

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2001年3月15日 (15.03.2001)

PCT

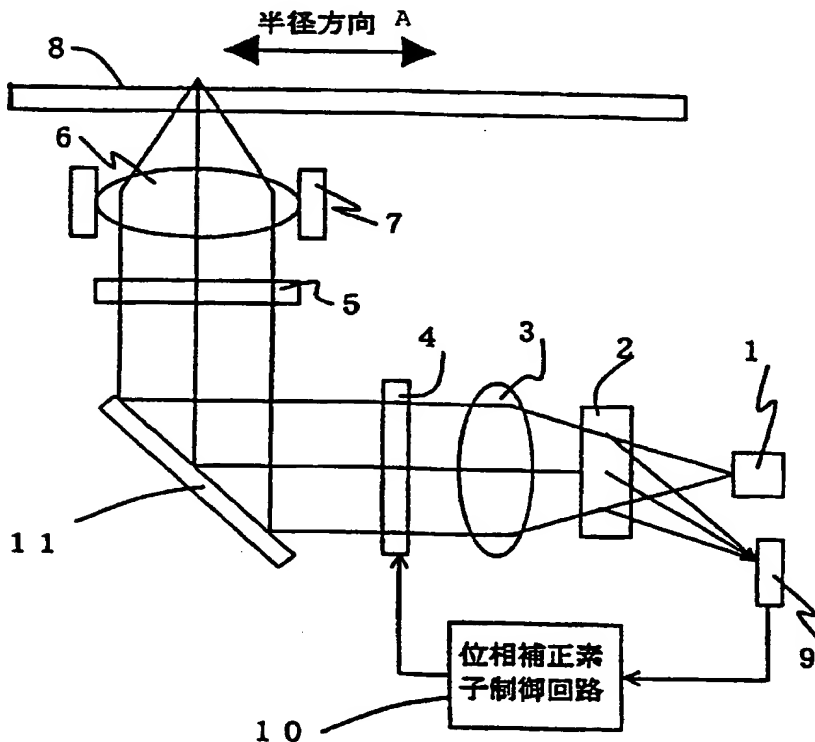
(10) 国際公開番号
WO 01/18801 A1

- (51) 国際特許分類⁷: G11B 7/135, 7/004, G02B 13/00, G02F 1/13
- (21) 国際出願番号: PCT/JP00/05889
- (22) 国際出願日: 2000年8月30日 (30.08.2000)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願平11/249285 1999年9月2日 (02.09.1999) JP
特願2000/196926 2000年6月29日 (29.06.2000) JP
特願2000/245457 2000年8月14日 (14.08.2000) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 旭硝子株式会社 (ASAHI GLASS COMPANY, LIMITED) [JP/JP]; 〒100-8405 東京都千代田区有楽町一丁目12番1号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者; および
(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 野村琢治 (NO-MURA, Takuji) [JP/JP]. 村田浩一 (MURATA, Koichi) [JP/JP]; 〒221-8755 神奈川県横浜市神奈川区羽沢町1150番地 旭硝子株式会社内 Kanagawa (JP).
- (74) 代理人: 泉名謙治, 外 (SENMYO, Kenji et al.); 〒101-0042 東京都千代田区神田東松下町38番地 鳥本鋼業ビル Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (国内): CN, KR, US.

[続葉有]

(54) Title: OPTICAL HEAD

(54) 発明の名称: 光ヘッド装置



(57) Abstract: An optical head comprising a voltage-supply phase correction device for continuously varying the wave front profile of light emitted from a light source in a plane. An anisotropic optical medium is held between a pair of substrates each having a surface provided with an electrode for applying a voltage to the anisotropic optical medium. Two or more power supply parts are formed in different positions on at least one of the electrode, thus fabricating a phase correction device where a different voltage is supplied to each power supply part. The phase correction device is disposed between the collimating lens and the quarter-wave plate of the optical head. The optical head has a decreased number of control circuits for supplying a voltage to the phase correction device for varying the wave front profile continuously. Such a phase correction device having two or more power supply parts electrically connected through a thin film resistor made of a conductive thin film is fabricated and built in an optical head.

A...RADIAL DIRECTION

10...CONTROL CIRCUIT FOR PHASE CORRECTION DEVICE

[続葉有]

WO 01/18801 A1



(84) 指定国 (広域): ヨーロッパ特許 (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

添付公開書類:

— 国際調査報告書

(57) 要約:

光源からの出射光に対し、波面形状を面内で連続的に変化させることができる、電圧供給方式の位相補正素子を備えた光ヘッド装置を得る。

この目的を達成するために、一对の基板間に異方性光学媒質を挟持し、一对の基板の表面には異方性光学媒質への電圧印加用の電極をそれぞれ形成し、少なくとも一方の電極には2つ以上の給電部をそれぞれ異なる位置に形成して、給電部ごとに異なる電圧が供給される位相補正素子を作製し、この位相補正素子を光ヘッド装置のコリメートレンズと4分の1波長板との間に設置する。

さらに、波面形状を連続的に変化させる位相補正素子への電圧供給用の制御回路の数を少なくした光ヘッド装置とする。

この目的を達成するために、導電性薄膜からなる薄膜抵抗を介して給電部の2つ以上が導電接続された位相補正素子を作製し、この位相補正素子を光ヘッド装置に設置する。

明 細 書

光ヘッド装置

技術分野

本発明は、光ディスクなどの光記録媒体の情報の記録・再生を行う光ヘッド装置に関する。

技術背景

光ディスクであるDVDは、同じく光ディスクであるCDに比べデジタル情報が高密度で記録されており、DVDを再生するための光ヘッド装置は、光源の波長をCDの780nmよりも短い650nmまたは635nmとしたり、対物レンズの開口数(NA)をCDの0.45よりも大きい0.6にして光ディスク面上に集光するスポット径を小さくしている。

さらに、次世代の光記録においては光源の波長を400nm程度、NAを0.6以上とすることで、より大きな記録密度を得ることが提案されている。しかし、光源の短波長化や対物レンズの高NA化が原因で、光ディスク面が光軸に対して直角より傾くチルトの許容量や光ディスクの厚さムラの許容量が小さくなる。

これら許容量が小さくなる理由は、光ディスクのチルトの場合にはコマ収差が発生し、光ディスクの厚さムラの場合には球面収差が発生するために、光ヘッド装置の集光特性が劣化して信号の読み取りが困難になることによる。高密度記録において、光ディスクのチルトや厚さムラに対する光ヘッド装置の許容量を拡げるためにいくつかの方式が提案されている。

一つの方式として、通常光ディスクの接線方向と半径方向との2軸方向に移動する対物レンズのアクチュエータに、検出されたチルト角に応じて対物レンズを傾けるように傾斜用の軸を追加する方式がある。しかし、この追加方式では球面収差は補正できない、アクチュエータの構造が複雑になる、などの問題がある。

別の方式として、対物レンズと光源との間に備えた位相補正素子により波面収差を補正する方式がある。この補正方式では、アクチュエータに大幅な改造を施すことなく光ヘッド装置に素子を組み入れるだけで光ディスクのチルトの許容量や厚さムラの許容量を拡げることができる。

例えば、位相補正素子を用いて光ディスクのチルトを補正する上記の補正方式

に特開平10-20263がある。これは、位相補正素子を構成している液晶などの複屈折性材料を挟持している一対の基板のそれぞれに、電極が分割されて形成された分割電極に電圧を印加して、複屈折性材料の実質的な屈折率を光ディスクのチルト角に応じて変化させ、この屈折率の変化により発生した透過光の位相（波面）変化により、光ディスクのチルトで発生したコマ収差を補正する方式である。

従来の位相補正素子では光源からの出射光の波面を変化させて波面収差を補正するために、位相補正素子に備えられた電極を複数個に分割して各々異なる制御信号である電圧を印加する必要がある。そのため、所望の波面形状を得るには多数の電極、配線および外部信号源（電源）が必要であり、素子構成の複雑化や多数の外部信号源（電源）使用による装置の複雑化などの問題が生ずる。これに対し、電極、配線および外部信号源（電源）の数を、できるかぎり低減させたい要望があった。

1つの電極に着目すると波面の変化量は同じであるため、連続的に変化させることは困難である。特に、球面収差の周辺部分などの波面収差の変化量が大きい領域を連続的に変化させることが望まれていた。さらに、分割された電極間の領域には外部信号を印加できないため、光散乱などによる光の透過率低下の原因になる場合もある。したがって、できるかぎり分割電極数を減らして、電極間の領域数を減らすことが望まれていた。

発明の開示

本発明は、上記の課題を解決するためになされたものであり、光源と、光源からの出射光を光記録媒体上に集光させるための対物レンズと、光源と対物レンズとの間に設けられた出射光の波面を変化させる位相補正素子であって、少なくとも一方が透明な一対の基板に挟持された異方性光学媒質を備えており、一対の基板の表面には異方性光学媒質への電圧印加用の電極がそれぞれ形成されており、少なくとも一方の電極には複数の給電部がそれぞれ異なる位置に形成されており、複数の給電部にはそれぞれ異なる電圧が供給できるようにされている位相補正素子と、波面を変化させるための電圧を位相補正素子へ出力する制御電圧発生手段と、を備えていることを特徴とする光ヘッド装置を提供する。

また、光源と、光源からの出射光を光記録媒体上に集光させるための対物レンズと、光源と対物レンズとの間に設けられた出射光の波面を変化させる位相補正素子であって、一对の基板に挟持された異方性光学媒質を備えており、一对の基板の対向するそれぞれの表面には異方性光学媒質への電圧印加用の電極が形成されており、少なくとも一方の電極には複数の給電部がそれぞれ異なる位置に形成されており、導電性薄膜からなる薄膜抵抗を介して複数の給電部の2つ以上が導電接続されている位相補正素子と、波面を変化させるための電圧を位相補正素子へ出力する制御電圧発生手段と、を備えていること特徴とする光ヘッド装置を提供する。

また、前記給電部が形成されている電極が分割されて複数の分割電極とされ、それぞれの分割電極には1つ以上の給電部が配置されており、前記給電部のうち2つ以上が前記薄膜抵抗を介して導電接続されている上記の光ヘッド装置を提供する。

また、前記複数の給電部は、それぞれが円環体でありかつ相互に同心円状に配設されており、前記位相補正素子を通過する、前記光源からの出射光の光束半径に対するいずれか1つの円環体の半径の比が0.65～0.85であり、かつ光束半径に対する前記1つの円環体とは異なる他の1つの円環体の半径の比が0.2～0.4である上記の光ヘッド装置を提供する。

また、前記一对の基板のうち一方のみが透明な基板である上記の光ヘッド装置を提供する。

また、前記異方性光学媒質が液晶である上記の光ヘッド装置を提供する。

また、前記給電部を有する電極を形成する電極材料のシート抵抗が $100\Omega/\square$ 以上である上記の光ヘッド装置を提供する。

また、前記薄膜抵抗の全ては、抵抗値が 100Ω から $1000k\Omega$ までの範囲にある上記の光ヘッド装置を提供する。

また、前記電極を形成する電極材料のシート抵抗の全ては、前記給電部を形成する給電部材料のシート抵抗の1000倍以上である上記の光ヘッド装置を提供する。

また、前記電極材料は、ガリウムが添加された酸化亜鉛膜、またはガリウムとシリコンとが添加された酸化亜鉛膜からなる上記の光ヘッド装置を提供する。

図面の簡単な説明

図 1 は、本発明の光ヘッド装置の原理構成の一例を示す概念的断面図である。

図 2 は、本発明における位相補正素子の一例を示す断面図である。

図 3 は、光ディスクの厚みムラ 0.03 mm が発生したときの球面収差を示す図である。

図 4 は、本発明における位相補正素子の電極パターンに従来の引出線（配線）を用いた例を示す模式的平面図である。

図 5 は、図 4 の位相補正素子の等価回路を示す回路図である。

図 6 は、本発明における位相補正素子により発生した位相変化量の一例を示す図である。

図 7 は、本発明における位相補正素子の電極パターンと薄膜抵抗の一例を示す模式的平面図である。

図 8 は、図 7 の位相補正素子の等価回路の一例を示す回路図である。

図 9 は、実施例 1 における位相補正素子の電極パターンを示す模式的平面図である。

図 10 は、光ディスクのチルト 1° が発生したときの波面収差を示す図である。

図 11 は、実施例 1 の位相補正素子により発生した位相変化を示す図である（レンズのシフトがない場合）。

図 12 は、実施例 1 の位相補正素子により発生した位相変化を示す図である（右方向のレンズのシフトがある場合）。

図 13 は、実施例 2 における位相補正素子の電極パターンを示す模式図である。

図 14 は、実施例 2、3 および 5 の位相補正素子により発生した位相変化を示す図である。

図 15 は、実施例 3 および 6 における位相補正素子の電極パターンを示す模式図である。

図 16 は、実施例 4 における位相補正素子の電極パターンを示す模式図である。

図 17 は、実施例 6 の位相補正素子の一方の電極パターンを示す模式的平面図である。

発明を実施するための最良の形態

図1に本発明の光ヘッド装置の原理構成の一例を示す。図1に示した光ヘッド装置はCDまたはDVDなどの光ディスク8に記録された情報を再生するためのものであり、光源である例えば半導体レーザ1から出射した光は例えばホログラムタイプの偏光ビームスプリッタ2を透過した後、コリメートレンズ3により平行光となり、位相補正素子4を透過後、立ち上げミラー11で90°方向に反射され、4分の1波長板5を透過し、アクチュエータ7に設置された対物レンズ6により光ディスク8上に集光される。位相補正素子4を構成している一对の基板はともに透明である。基板がともに透明でなく、一方のみが透明であってもよく、これについては後に述べる。

集光された光は光ディスク8により反射され、対物レンズ6、4分の1波長板5、立ち上げミラー11、位相補正素子4、コリメートレンズ3を順次先程とは逆に透過した後、偏光ビームスプリッタ2により回折され光検出器9に入射する。前述の半導体レーザ1からの出射光が光ディスク8により反射される際、光ディスクの面上に記録された情報により反射光は振幅変調され、光検出器9により光強度信号として記録情報を読み取ることができる。

偏光ビームスプリッタ2は例えば偏光性のホログラムを備えており、異方性方向（屈折率に差がある方向）に偏光成分を有する光を強く回折して光検出器9に導く。光検出器9より得られる光ディスクの例えば再生信号の強度が最適となるように、位相補正素子4に向けて制御電圧発生手段である位相補正素子制御回路10により電圧が出力される。位相補正素子制御回路10より出力される電圧は、光ディスクのチルト量や対物レンズのシフト量に応じた電圧であり、位相補正素子4の電極に印加する実質的に変化する電圧となる。

また立ち上げミラー11は、半導体レーザ1より出射した光をほぼ90°方向に反射させ光ディスクに入射させるものであり、光ヘッド装置の厚さ（光ディスク8の面に垂直な方向）を薄くするには使用することが好ましい光学部品である。通常は、ガラス表面にアルミニウムなどの高反射膜を蒸着したものが使用される。

図1では、立ち上げミラー11を使用し、半導体レーザ1より出射した光の光路を変更したが、立ち上げミラー11を使用せずはじめから半導体レーザ1から

の出射光の方向を光ディスク 8 の面に垂直となるようにしてもよい。

異方性光学媒質には、ニオブ酸リチウムなどの光学結晶や液晶などが使用できる。異方性光学媒質として液晶を用いることは、例えば 6 V 程度の低い電圧によって実質的な屈折率が容易にかつ電圧の大きさに応じて連続的に制御できて好ましい。さらに、ニオブ酸リチウムなどの光学結晶などと比べて量産性が高く好ましい。したがって以下では、異方性光学媒質として液晶の材料を使用する場合について説明する。

使用する液晶材料は、ディスプレイ用途などに用いられるネマティック液晶がよく、カイラル剤の添加によりツイストさせてもよい。

また、使用する基板の材料としては、ガラス、アクリル系樹脂、エポキシ系樹脂、塩化ビニル系樹脂、ポリカーボネート系樹脂などが使用できるが、耐久性などの点からガラスの基板が好ましい。したがって、以下では基板の材料としてガラスを使用する場合について説明する。

つぎに本発明において使用する位相補正素子の構成を図 2 を用いて説明する。ガラス基板 21 a、21 b が、例えばエポキシ系樹脂を主成分とするシール材 22 により接着され液晶セルを形成している。シール材 22 には例えばガラス製のスペーサと例えば樹脂の表面に金などを被膜した導電性スペーサが含まれている。ガラス基板 21 a の内側表面には、内側表面から電極 24 a、シリカなどを主成分とする絶縁膜 25、配向膜 26 がこの順に、またガラス基板 21 b の内側表面には、内側表面から電極 24 b、シリカなどを主成分とする絶縁膜 25、配向膜 26 がこの順に被膜されている。液晶セルの外側表面には反射防止膜が被膜されていてもよい。

電極 24 a は電極引出部 27 で接続線によって位相補正素子制御回路と接続できるようパターン配線されている。また電極 24 b は上述の金などを被膜した導電性スペーサによりガラス基板 21 a 上に形成された電極 24 a と導電接続しており、したがって、電極 24 b は電極引出部 27 で接続線によって位相補正素子制御回路と接続できる。図 2 には、電極 24 b と電極 24 a とがシール材 22 と接している様子が示されていないが、紙面と平行なシール材とは接しており両電極は導電性スペーサを通じて導電接続されている。液晶セル内部には液晶 23 が充填されており、図 2 に示した液晶分子 28 は、一方向に配向されたホモジニア

ス配向の状態にある。

本発明における位相補正素子では、これら電極 24 a、電極 24 b の少なくとも一方の電極の面内の異なる位置に、異なる電圧を供給するための複数（2 つ以上）の給電部を形成している。すなわち、一方の電極の場合は 2 つ以上の給電部を、両方の電極の場合はそれぞれに 2 つ以上の給電部（合計 4 つ以上）を形成する。

配向膜の材料としては、液晶分子 28 のプレチルト角が $2 \sim 10^\circ$ となれば好ましく、ポリイミド膜を図 2 の紙面に平行で左右方向にラビングしたものや、シリカ膜を斜め蒸着したものなどがよい。また、液晶の常光屈折率と異常光屈折率との差を大きくして液晶セルの間隔を小さくした方が応答性を高くでき好ましい。しかし、液晶セルの間隔が小さくなるほど液晶セルの製作が困難になるため、液晶の常光屈折率と異常光屈折率の差は 0.1 ～ 0.2、液晶セルの間隔は $2 \sim 5 \mu\text{m}$ 程度とすることが好ましい。

図 1 に示した光ヘッド装置の場合、一对の基板の両方ともが透明であり、光は位相補正素子 4 を透過するため、電極 24 a、24 b の材質は透過率が高い方が望ましく、ITO 膜、酸化亜鉛膜などの透明導電膜を使用すればよい。この場合は、位相補正素子 4 を透過型素子として使用している。

しかし、一对の基板の片方のみを透明な基板とする場合、電極 24 a、24 b のいずれか一方をアルミニウム、クロムなどの反射率の高い材質を用いて作製し、位相補正素子 4 を反射型素子として使用できる。このとき、図 1 の立ち上げミラー 11 の代わりにこの位置に位相補正素子 4 を設置できる。最初に光が入射する側の電極（例えば電極 24 a）を高透過率の透明電極にして、他方の電極（例えば電極 24 b）を高反射率の電極にすれば、位相補正素子 4 に入射した光は、透明の電極 24 a、液晶を透過して電極 24 b で反射された後、再度、液晶、透明の電極 24 a を透過して光ディスク 8 に向かう。

上述のように位相補正素子 4 として反射型素子を使用すれば、すなわち位相補正素子を構成する一对の基板のうち一方が透明な基板であれば、図 1 の立ち上げミラー 11 を位相補正素子 4 で置き換えることができるため部品点数が減り、また光ヘッド装置の厚さを薄くできて好ましい。この場合、位相補正素子 4 に入射する光はほぼ 45° の角度で液晶 23 を 2 度通過するため、透過型の場合と異な

る液晶セル間隔（液晶セルの中の液晶層の厚さ）を設定しておけばよい。

以上、位相補正素子を用いて波面を変化させる機能に必要な構成を述べたが、波長板や偏光ホログラムを位相補正素子4に積層することにより、波長板5や偏光ビームスプリッタ2の機能を位相補正素子4が併せ持つようにできる。この場合、光ヘッド装置を構成する光学部品の数が減ることで組立、調整が簡易となり、生産性が向上して好ましい。

位相補正素子4に、回折格子や光源の波長により光束径を変化させるためのダイクロイック開口制限層などを積層したり、ガラス基板21a、21bの外側表面上にダイクロイック開口制限層を直接形成したりすることもでき、この場合も個々の部品を新たに追加することに比べて生産性が向上して好ましい。波長板を積層する場合は、光ディスク側のガラス基板に直接貼り合わせるか、または貼り合わせたガラス基板をさらに積層すればよい。

次に、本発明における位相補正素子を構成し異方性光学媒質を挟持する基板上の電極に形成される、電圧供給のための部材である給電部について説明する。後述するように、給電部の抵抗率は電極の抵抗率に比べて極めて小さく電圧を印加したとき、給電部内では等電位となる。

本発明においては、一对の基板のそれぞれの基板につき1つ（1面）の電極が形成され、合計2つ（2面）の電極が形成される。電極是一对の基板の対向する面に形成されることが好ましい。これら電極および給電部の態様として、例えば下記のものが挙げられる。

（1）2面の電極が、ともに連続した1枚の電極である場合。

（a）一方の電極には2つ以上の給電部を異なる位置に形成し、かつ、他方の電極には給電部を形成せず、1つの給電部と対向する電極との間と、他の給電部と対向する電極との間に異なる電圧を印加できるようにする。

（b）一方の電極には2つ以上の給電部を異なる位置に形成し、かつ、他方の電極にも2つ以上の給電部を異なる位置に形成する。

2面の電極のそれぞれに2つ以上の給電部を形成する（b）のときは、それぞれの給電部は2つの電極間で対向する位置に形成してもよく、複数の給電部を対向しない位置に形成してもよい。

（2）2面の電極のうち、一方の電極は連続した1枚の電極とし、他方は連続

した1枚の電極を複数個に分割し分割電極とした場合。

(c) 一方の連続した1枚の電極に2つ以上の給電部を異なる位置に形成し、かつ、他方の複数個の全ての分割電極に給電部を形成せず、1つの給電部と対向する分割電極との間と、他の給電部と対向する分割電極との間に異なる電圧を印加できるようにする。

(d) 一方の連続した1枚の電極に2つ以上の給電部を異なる位置に形成し、かつ、他方の複数個のうち1部の分割電極に2つ以上の給電部を形成する。

(e) 一方の連続した1枚の電極に2つ以上の給電部を異なる位置に形成し、かつ、他方の複数個の全ての分割電極に2つ以上の給電部を形成する。

(f) 一方の連続した1枚の電極には給電部を形成せず、かつ、他方の複数個のうち1部の分割電極に2つ以上の給電部を形成して、1つの給電部と対向する電極との間と、他の給電部と対向する電極との間に異なる電圧を印加できるようにする。

(g) 一方の連続した1枚の電極に給電部を形成せず、かつ、他方の複数個の全ての分割電極に2つ以上の給電部を形成して、1つの給電部と対向する電極との間と、他の給電部と対向する電極との間に異なる電圧を印加できるようにする。

(3) 2面の電極が、ともに1枚の電極を複数個に分割し分割電極とした場合。

(h) 一方の複数個の分割電極の一部または全てに2つ以上の給電部を形成し、かつ、他方の複数個の分割電極に給電部を形成せず、1つの給電部と対向する分割電極との間と、他の給電部と対向する分割電極との間に異なる電圧を印加できるようにする。

(i) 一方の複数個の分割電極の一部または全てに2つ以上の給電部を形成し、かつ、他方の複数個のうち1部の分割電極に2つ以上の給電部を形成する。

(j) 一方の複数個の分割電極の一部または全てに2つ以上の給電部を形成し、かつ、他方の複数個の全ての分割電極に2つ以上の給電部を形成する。

異方性光学媒質に電圧を印加する場合、各々給電部は次のように機能する。まず、2面の電極が、ともに連続した1枚の電極である場合の例を説明する。

電極の一方のみに2つ以上の給電部を形成する場合、給電部を1つだけ有する電極が共通電極C（等電位）となり、前者の電極の2つ以上の給電部（ S_1 、 S

S_2 、 $S_3 \cdots$)との間に、すなわち $C-S_1$ 、 $C-S_2$ 、 $C-S_3 \cdots$ 間に異なる電圧が供給される。

2つの電極にそれぞれ2つ以上の給電部を形成し、かつ電極間でそれぞれの給電部が対向して同じ位置にある場合、一方の電極の2つ以上の給電部(S_1 、 S_2 、 $S_3 \cdots$)と他方の電極の2つ以上の給電部(S_1' 、 S_2' 、 $S_3' \cdots$)との間、すなわち $S_1'-S_1$ 、 $S_2'-S_2$ 、 $S_3'-S_3 \cdots$ 間に異なる電圧が供給される。

2つの電極にそれぞれ2つ以上の給電部を形成し、かつ電極間でそれぞれの給電部が対向せずズレている場合、一方の電極の2つ以上の給電部(S_1 、 S_2 、 $S_3 \cdots$)と他方の電極の2つ以上の給電部(T_1 、 T_2 、 $T_3 \cdots$)との間、すなわち T_1-S_1 、 T_2-S_2 、 $T_3-S_3 \cdots$ 間に異なる電圧が供給される。

この対向していない場合は T_1 と S_1 、 T_2 と S_2 、 T_3 と S_3 などの間で給電部の形状や大きさが互いに異なってもよく、目的に応じた適切な形状や大きさとすればよい。また、対向している場合でも、必要に応じて互いの形状や大きさを変えてもよい。

次に、2面の電極のうち一方が複数の分割電極(U_1 、 U_2 、 $U_3 \cdots$)に分割され、他方が連続した1枚の電極で複数の給電部(S_1 、 S_2 、 $S_3 \cdots$)を有する場合、分割電極と給電部との間、 U_1-S_1 、 U_2-S_2 、 U_3-S_3 、 \cdots 間に異なる電圧が供給される。

上述した他の電極の態様に対しても、各々給電部は同様に機能する。

給電部の数は目的や形状によって異なるが、1つの電極に10個程度あれば必要な量だけ波面を変化させることができる。

つぎに、本発明における位相補正素子を構成する基板上の電極に形成される、電圧供給のための給電部を導電接続する薄膜抵抗について説明する。本発明における位相補正素子は、例えば同一基板上の電極に形成された上記の給電部の2つ以上は、導電性薄膜により形成された薄膜抵抗により基板面上で導電接続されている。薄膜抵抗を設けることにより得られる効果を、球面収差を補正する場合を例に以下詳しく説明する。

図3は対物レンズのNAが0.65、光源の波長が $0.4 \mu\text{m}$ の光学系におい

て、光ディスクの厚さが設計値の0.6mmより0.03mm厚くなった場合に発生する波面収差（球面収差）を示す図である。光ディスクが設計値より厚い場合は有効瞳の中心部および周辺部に比べて、その両部に挟まれた中間部の位相が進んだ状態となり、厚さが薄い場合は位相が遅れた状態となる。

本発明における位相補正素子との比較を容易とするために、ここで従来の引出線（配線）を用いた位相補正素子について説明する。図4は上記のような球面収差を補正するために用いられる、本発明における位相補正素子の電極パターンに従来の配線を用いた例であり、薄膜抵抗を有しない構成である。図4中の斜線部は高抵抗の透明導電膜で形成された透明電極30であり、給電部31を中心に同心円状に給電部32、33、34が形成され、図中の直線状の太線で示した配線により給電部31～34は外部信号源に接続され、給電部31、34は信号1を、給電部32は信号3を、給電部33は信号2を供給され、各々の給電部に電圧を印加できる。

したがって、従来例では3つ以上の信号を発生できる外部信号源（図4では3つ）が必要である。図5は図4の位相補正素子の電極パターンの等価回路図である。図5の点35、36、37、38は図4に示した給電部31、32、33、34に相当する。また抵抗 R_1 は透明電極30に起因する給電部31、32間の抵抗であり、同様に R_2 、 R_3 は給電部32と33、給電部33と34の間の抵抗である。ここで、給電部の抵抗および給電部と外部信号源との配線の抵抗は、透明電極30に起因する抵抗 R_1 、 R_2 、 R_3 に比べ充分小さいので等価回路では無視する。

透明電極30および給電部の材質については後程詳しく述べる。図3の球面収差を補正するために、給電部に電圧 V_1 、 V_2 、 V_3 を印加して透明電極30の面内で電圧降下を発生させ連続的な電位分布を発現させる。図6は球面収差量と電位の大きさの関係について中心点を通る切断面で比較した図であり、電圧 V_1 、 V_2 、 V_3 を適切に設定することで電位分布形状を収差分布形状に一致させることができる。

位相補正素子内部の液晶分子は、電圧の印加により配向方向が場所により連続的に変化する。したがって、上記のように連続的に変化する電圧分布では配向方向が場所により連続的に変化するため液晶複屈折の実質的な屈折率差 δn が連続

的に変化する。入射光の波面は δn の大きさに応じて位相シフトするため、印加電圧の大きさに応じて位相シフト量を変化できる。したがって、発生した収差量に応じた電圧を印加することで波面収差を相殺し補正できる。

以上が従来の配線を用いた位相補正素子であるが、つぎに本発明における位相補正素子について述べる。図7は本発明における位相補正素子の電極パターンと（本発明における）薄膜抵抗45の一例を示す図である。透明電極40、給電部41、42、43、44および信号1、2は図4の場合と同じであり、給電部42が薄膜抵抗45を使用して給電部41、44と導電接続され信号1を印加できる点が異なる。図8は、図5と同様に点46、47、48、49は給電部41、42、43、44に相当し抵抗 R_1 、 R_2 、 R_3 は給電部41と42、42と43、43と44の間の透明電極40による抵抗をそれぞれ表わしている。 R_s は薄膜抵抗45の抵抗を示しており、点47が所望の電圧になるように、信号1より供給される電圧 V_1 を分圧する。したがって、従来の配線を用いた例では点47の電圧（図5の点36に相当）は別の信号源より発生した信号3により得られているが、本発明における位相補正素子の場合信号3は不要であるため、従来より少ない信号源で動作させることができる。点47における電圧 V_3 はオームの法則を用いて計算した式（1）より得られる。

$$V_3 = \{R_2 (R_1 + R_s) V_1 + R_1 R_s V_2\} / (R_1 R_2 + R_1 R_s + R_2 R_s) \quad \dots \dots \dots (1)$$

したがって、透明電極の抵抗 R_1 、 R_2 および駆動電圧 V_1 、 V_2 が得られていれば R_s を適切に設定することで、従来、外部信号源から供給されていた電圧と等しい電圧を印加できる。

薄膜抵抗の抵抗 R_s は、薄膜抵抗を構成している導電性薄膜のシート抵抗 ρ_L 、薄膜抵抗の幅 W 、長さ L を用いて $R_s = \rho_L \times L / W$ と書くことができる。例えば $R_s = 10 \text{ k}\Omega$ にするには、 $\rho_L = 300 \Omega / \square$ 、 $L = 1 \text{ mm}$ 、 $W = 30 \mu\text{m}$ にすればよい。薄膜抵抗の線幅 W は狭すぎると形状誤差による抵抗バラツキが大きくなるため $10 \mu\text{m}$ 以上にするのがよい。長さ L が長くなり基板上に設置が困難になった場合には、途中折り曲げてよい。

上記の構成では信号1による電圧 V_1 を分圧して点47の電圧を設定したが、同様な原理により信号2による電圧 V_2 を分圧してもよい。この場合、薄膜抵抗

は図7で信号2側の配線に接続され、図8の等価回路では抵抗 R_2 と並列になるよう点47と48との間に設置される。

つぎに電極、給電部、薄膜抵抗の抵抗値、および材質について述べる。給電部を形成する給電部材料のシート抵抗 ρ_s と電極を形成する電極材料のシート抵抗 ρ_T の比 ρ_T/ρ_s を1000以上にすることが好ましい。 ρ_T/ρ_s が小さい場合、電極にも比較的大きな電流が流れ、電極と接している給電部内で電圧降下が生じて、所望の電圧分布を得ることが困難となることがある。したがって、給電部材料に比べ電極材料のシート抵抗が高いほど、隣接する給電部間で電位を連続的に変化させやすく、所望の電位分布を得ることができる。 ρ_T/ρ_s を1000以上にすることがこの条件を満たすための目安である。

しかし、 ρ_T が大きすぎると給電部の導電性がなくなり電位分布は発生しない。したがって ρ_s をできるだけ小さくする方が望ましく、 ρ_s は $0.1 \sim 10 \Omega/\square$ 程度、 ρ_T は $100 \sim 100 k \Omega/\square$ 程度がよい。

以上の条件を満足し適切に ρ_s と ρ_T を設定すると、一方の電極のみに2つ以上の給電部を形成しこれら2つ以上の給電部にそれぞれ異なる電圧を供給した場合、給電部 S_1 、 S_2 、 $S_3 \cdots$ それぞれの給電部内では等電位となるが、電極面内の電位分布は給電部間で発生する電圧降下により連続的に変化する。この連続的に変化する状況は、2つ(2面)の電極に2つ以上の給電部を形成して異なる電圧を供給しても同じである。

給電部材料としては、銅、金、アルミニウム、クロムなどの金属材料が導電性・耐久性の点から好ましいが、比抵抗が室温で $10^{-8} \sim 10^{-7} \Omega \cdot m$ 程度あれば金属以外の材料でもよい。例えばITO膜などの透明導電膜を用いることもでき、金属材料を使用する場合に比べ遮光部がなくなるため光の透過率が高くなり好ましい。しかし透明導電膜は金属膜に比べ比抵抗が大きいため、シート抵抗を小さくするためには膜厚を厚くする必要がある。

給電部に外部の位相補正素子制御回路より電圧を印加するための電極引出部27(図2参照)上の配線材料はITO膜のような透明導電膜でもよく、クロムやニッケルのような金属膜でもよい。特にニッケルなどハンダで接続可能な金属の場合、外部の信号線を容易にハンダで接続でき好ましい。

一方、電極材料としては透明でありかつ給電部材料に比べシート抵抗が高い必

要がある。透明導電膜であるITO膜などがよく、ITO膜はシート抵抗が高いほどよく $100\Omega/\square$ 以上が好ましい。さらに、 $1k\Omega/\square$ 以上にした方が ρ_s を $1\Omega/\square$ 程度にできるため、給電部の膜厚を薄くできるなど作製が容易になりより好ましい。

ρ_T を大きくするために酸化亜鉛膜やガリウムを含む酸化亜鉛膜（GZO膜）、またはガリウムとシリコンを含む酸化亜鉛膜（GZS膜）を用いることはITO膜に比べ容易に高抵抗膜を得られるため好ましい。特に、GZO膜やGZS膜は高比抵抗でありながらエッチング性も良好であり、光の透過率、耐久性に優れている点で本発明の光ヘッド装置において好適な材料である。

酸化亜鉛膜へガリウムを添加する場合、膜の透過率が変化するためその添加量を1～10質量%にすることが好ましい。また、ガリウムとシリコンをともに添加する場合においても、膜の透過率が変化するためその合計した添加量を1～20質量%にすることが好ましい。

一方、薄膜抵抗の材料としては式（1）の関係を満たすような R_s を有する材料とする必要がある。光ヘッド装置に用いる場合、薄膜抵抗の抵抗値を $100\Omega \sim 1000k\Omega$ にすることは、電極および薄膜抵抗の作製が容易となり望ましく、ITOやGZO、GZSなどを使用できる。薄膜抵抗の材料を電極材料と同じにし電極形成時に同時に形成することは、材料の抵抗値がロットによりバラついていても、その影響は式（1）に示すように分母・分子で相殺されるため、 V_g には影響を与えず好ましい。

つぎに、給電部の形状や大きさに関して説明する。給電部の形状や大きさは、上述のように状況に応じて変化させることが好ましい。すなわち位相補正素子により発生する波面の変化は、給電部の形状や大きさなどに依存し、補正したい波面収差の種類や発生させたい波面形状に応じて変化させればよい。ここで、波面収差としてはコマ収差、球面収差、非点収差などがある。

コマ収差は、上述のように光ディスクのチルトにより発生する収差であり、位相補正素子上の入射光束の中心を通して素子面に平行で、かつ光ディスクの回転方向に平行な直線の回りに 180° 回転したとき重なる形状を有している。したがって、給電部は、上述の平行な直線に対して対称となるように配置されるのがよい。

具体的には、例えば連続する1枚の電極の中央部には通常長方形または直線状の給電部を設け、周辺部には電極の周辺部での形状（円弧など）の給電部を設ける。そして、それらの給電部が上述の直線に対して対称となるよう給電部を配置する。このように給電部を配置することは、最も効果的にコマ収差を補正できるので好ましい。

また、球面収差を補正する場合は、球面収差が光軸を中心とする同心円形状であるため、複数の給電部は、それぞれが円環体でありかつ相互に同心円状に配設されており、位相補正素子を通過する光源からの出射光の光束半径に対する、いずれか1つの円環体の半径の比が0.65～0.85であり、かつ出射光の光束半径に対する上記とは異なる他の1つの円環体の半径の比が0.2～0.4であることが好ましい。

ここで、円環体はドーナツ状であって半径には幅があるので、円環体の半径の比とは内半径の比と外半径の比との平均値を意味する。

通常、半径の比0.65の円と0.85の円によって囲まれる領域（領域A）に球面収差の最大値が存在するため、給電部である1つの円環体が、光軸と中心を合わせて領域Aに形成され、かつ、半径の比が0.2の円と0.4の円で囲まれる領域（領域C）に、精度を極めて高く球面収差を補正するため上記とは異なる1つの円環体の給電部を光軸と中心を合わせて設けることが好ましい。

また、半径の比0.65の円と0.85の円のかわりに、半径の比0.7の円と0.8の円とすることは、領域Aよりも領域は狭いが球面収差の最大値が存在する確率が高い領域に円環体が追加でき、さらに他の円環体が追加でき球面収差の微調整ができて好ましい。

また、電極が連続する1枚の電極の場合、光軸を含み半径の比が0.2より小さい光軸近傍領域（領域B）にさらに、円環体の給電部を光軸と中心を合わせて設けることにより、さらに球面収差の微調整ができてより好ましい。

また、電極が分割電極であって、領域Bが他の領域（領域A、領域Cなど）と分割されている場合でも、上述のように精度を極めて高くして球面収差を補正できるので充分である。

非点収差の場合には、連続する1枚の電極に設ける、電極の中心部の1点を通る複数個の放射線状給電部が好ましく個数を増やすほど所望の電位分布が得られ

る。さらに、コマ収差と球面収差の両方を含む波面収差などを補正することもでき、この場合は上記の直線状の給電部と同心円状の給電部とを組み合わせるなどすればよい。

上述したように、一对の連続する電極のそれぞれに異なる形状の給電部を設けて、一方の電極がコマ収差を補正し、他方の電極が球面収差を補正するようにもできる。同様に、一对の電極の一方を給電部を有する連続する1枚の電極にして、他方を複数個に分割した分割電極とすることにより、連続した収差分布と階段状の収差分布の両方を発生させることもできる。波面収差であるコマ収差、球面収差、非点収差などはシステムとしての光ヘッド装置が発生させるものであり、したがって光ヘッド装置内に本発明における位相補正素子を組み込むことにより波面収差を有効に補正できる。

本発明における位相補正素子は透過する光の波面形状を変化させる機能を有しているため、波面収差を補正するだけでなく光の焦点位置を変えるなど他の目的においても同様な原理により使用できる。例えば、単に光学倍率を変化させて透過する光の焦点位置を変化させる目的に使用したり、また透過する波面を傾けて出射させることで光の進行方向を変える目的にも使用できる。

波面収差を補正する場合においても、上記のコマ収差、球面収差、非点収差などのより高次の波面収差も補正できる。これらの場合においても、所望する波面の変化に応じて給電部の形状や数、位置、または電極の分割方法などを適宜設定すればよい。

本発明における位相補正素子の、給電部が設けられた電極が分割されて複数の分割電極とされ、それぞれの分割電極には1つ以上の給電部が配置されており、給電部のうち2つ以上が薄膜抵抗により導電接続されていることが好ましい。導電接続される2つ以上の給電部が、同一の分割電極上の給電部であれば連続的な電圧分布が発生できて好ましく、異なる分割電極上の給電部であれば非連続的な電圧分布が必要な場合に使用できて好ましい。

いずれの場合においても、薄膜抵抗を使用して2つ以上の給電部を導電接続することにより、従来と比べより少ない外部信号源で光ヘッド装置を動作できる。また、薄膜抵抗の接続先の一方が給電部であり、他方が給電部を有しない分割電極である構成の場合においても同様の効果が得られる。

以下に実施例を示す

[例 1]

本例の光ヘッド装置は、光ディスクのチルトにより発生するコマ収差を補正する位相補正素子を備えており、またこの位相補正素子は光ディスクの半径方向に対物レンズのシフトが生じて、対物レンズと位相補正素子とを一体駆動させることなく適切な補正用の位相（波面）分布が得られることが特徴である。本例における位相補正素子を組み込んだ光ヘッド装置は、図 1 に示したものである。

図 9 は本例における位相補正素子の電極パターンを示し、斜線部は ITO 膜により形成された、連続した 1 枚の電極である透明電極 60 であり、太線部分は給電部であるメタル電極 61～66 である。また、メタル電極 61～66 は給電用のメタル配線 67 により位相補正素子外部の図示しない信号源と接続されており、各々信号 1～6 によって任意の電圧を供給できる。

メタル電極 62～65 の幅は $100\ \mu\text{m}$ 、長さは $1.5\ \text{mm}$ 、またメタル電極 61 と 66 の幅は $100\ \mu\text{m}$ 、円弧の長さは $6\ \text{mm}$ であった。

電極パターンは以下のように形成した。まず、ガラス基板にスパッタリング法にて ITO 膜を形成した後、フォトリソグラフィの技術を用いてパターンニングした。このとき、メタル電極部は ITO 膜を残し、メタル配線部は透明電極 60 と絶縁されるようエッチングによりメタル配線部周囲の ITO 膜を除去した。次にリフトオフ法により図 9 のメタル電極およびメタル配線を形成した。ここで使用したメタル電極材はアルミニウムであった。

また、図 9 中の破線で示した領域内が対物レンズのシフトのないときに光線が通過する有効瞳であり、電極の形状は対物レンズのシフト方向（図の左右方向）に沿ってレンズのシフト量の分だけ長くなっている。

次に、対物レンズのシフトが生じた場合においても、本例の位相補正素子を用いて良好に光ディスクのチルトを補正できることを説明する。対物レンズの NA が 0.6、光源の波長が $0.65\ \mu\text{m}$ の光ヘッド装置において、厚みが $0.6\ \text{mm}$ の光ディスクが 1° チルトしたときに発生する位相変化である波面収差（主にコマ収差）を図 10 に示す。ここで、位相補正素子による位相変化が図 10 の波面収差量と逆相であれば、光ディスクのチルトにより発生する波面収差を打ち消すことができる。

本例の位相補正素子では以下のようにして波面収差を打ち消すための位相変化を得た。

まずレンズのシフトがない場合に、位相補正素子により発生した位相変化を図 11 に示す。図 11 では位相変化を nm 単位で表してあり、例えば左半分領域の 140 nm （ほぼ長方形の部分）と -140 nm （有効瞳の周辺部）とは反対方向にそれぞれの数値の大きさに位相変化が発生し、これらの領域の間の曲線は等高線であってこの図 11 では 1 本の等高線が約 47 nm を表す。

本例においてレンズのシフトがない場合には、図 9 のメタル電極 61 に 1.5 V 、メタル電極 62、63 に 2.7 V 、メタル電極 64、65 に 1.9 V 、メタル電極 66 に 3.2 V の電圧を供給した。本例の場合、6 つの給電部（メタル電極）を有する電極に対向する電極は給電部が 1 つの連続した 1 枚の透明電極で構成されており、常に 0 V の電位になっている。

高抵抗の透明電極 60 は異なる電位を有するメタル電極 61～66 と電氣的に接続されているため場所により電位が異なり一様でない電圧分布を生じる。また、位相補正素子内部の液晶分子は電圧の印加により配向方向が変化し、上記の一様でない電圧分布に応じて配向方向にバラツキが発生する結果、入射光の位相変化 $\delta n \cdot d$ が場所により異なる。ここで、 d は液晶セルの基板間隔であり、 δn は液晶セルの各点での実質的な屈折率差であり印加電圧に応じて変化する。

本例では以上のように、メタル電極 61～66 に電圧を供給して得た図 11 の位相変化が、図 10 の波面収差を打ち消した。

次に図 9 の右方向にレンズのシフトが生じた場合を説明する。レンズのシフト量 0.3 mm 、ディスクチルト角 1° で発生する波面収差（主にコマ収差）を補正するために、位相補正素子により生ずる位相変化を図 12 に示す。この場合には電極 61 に 1.5 V 、電極 63 に 2.6 V 、電極 65 に 1.8 V 、電極 66 に 2.7 V を供給し、電極 62、64 には電圧を供給しないよう信号 1～6 を設定した。位相補正素子上の有効瞳はレンズのシフトに従い右方向に移動する。したがって、メタル電極 62、63 とメタル電極 64、65 の組のうち右側のメタル電極 66、65 に電圧を供給することにより、位相変化の最大位置もレンズのシフトに追従するように移動できるため、図 10 に示した波面収差を補正できた。

同様に、左方向にレンズのシフトが発生した場合でも、電極 61 に 1.5 V 、

電極 6 2 に 2.4 V、電極 6 4 に 1.6 V、電極 6 6 に 2.7 V を供給し、電極 6 6 6 5 には電圧を供給しないよう信号 1 ～ 6 を設定したので、右方向と同様に波面収差を補正できた。

本例におけるレンズのシフト量の最大値は 0.4 mm であり、レンズのシフト量が最大値の場合でも波面収差が補正できるように、メタル電極 6 2、6 3 の間隔およびメタル電極 6 4、6 5 の間隔を 0.6 mm にした。この間隔は、考慮すべきレンズのシフト量の 70 ～ 80 % 程度に設定することが好ましい。

レンズのシフト量が 0.3 mm より大きい、小さい場合は、メタル電極 6 2 ～ 6 5 に供給する電圧を適宜変化させればよく、光ディスクのチルトおよびレンズのシフトに対して連続的に波面収差の補正を行うことができた。

また、上記においてメタル電極 6 2、6 4 に電圧を供給しない場合を説明したが、メタル電極 6 1 と 6 3 の中間の電圧をメタル電極 6 2 に、メタル電極 6 5 と 6 6 の中間の電圧をメタル電極 6 4 に供給することにより、図 1 2 と同様な位相変化を得ることもできる。

上述のように、本例における光ヘッド装置を用いることで、対物レンズが移動した場合においても、光ディスクのチルトにより発生するコマ収差を良好に補正できる。また、電極を分割した従来の位相補正素子と比べ、分割領域での光散乱が抑えられた結果、透過率が 3 % 向上した。

[例 2]

本例の光ヘッド装置は、光ディスクの厚みムラにより生ずる球面収差を補正する位相補正素子を備えている。対物レンズは光ディスクの厚みが設計値からずれると球面収差を発生し信号の読み取り精度が低下する。この球面収差を補正する位相補正素子を図 1 の光ヘッド装置の位相補正素子 4 として組み込んだ。ただし、位相補正素子制御回路 1 0 は本例の位相補正素子用に改良されている。

本例の位相補正素子の素子構造は図 2 に示したものと同じで、以下に述べる電極パターンのみが異なる。したがって位相補正素子の製造方法や構成材料などは例 1 と同じものを使用した。以下に本例の位相補正素子により球面収差を補正する原理を説明する。

図 3 は対物レンズの NA が 0.65、光源の波長が 0.4 μm の光学系において、光ディスクの厚みが設計値の 0.6 mm より 0.03 mm 厚くなった場合に

発生する波面収差（球面収差）を示す図である。光ディスクが設計値より厚い場合は有効瞳の中心と有効瞳の周辺部の位相に対して、その両者に挟まれた中間部の位相が進んだ状態となり、厚みが薄い場合は位相が遅れた状態となる。本例における位相補正素子の電極パターンを図13に示す。

図13中の斜線部はITO膜で形成された、連続した1枚の透明電極80であり太線部分はメタル電極81～83である。メタル電極81～83はメタル配線84によりそれぞれ外部の信号源に接続されており、信号1～3より各々任意の電圧を供給できる。電極パターンの材質、製造方法は上述のとおり例1と同様であり、本例ではメタル電極82、83に接続されているメタル配線部の周囲の透明電極80の部分はエッチングにより除去されている。

図13のメタル電極81と82の外径はそれぞれ4mmと3mm、幅はいずれも100 μ mまたメタル電極83の直径は200 μ mであった。

0.03mmの光ディスク厚みムラにより発生する球面収差を位相補正素子により補正するために、メタル電極81、83に2.3V、メタル電極82に2.0V供給した。ここでも、例1と同様に3個の給電部（メタル電極）を有する電極に対向する電極は給電部が1つの連続した1枚の透明電極で構成されており、常に0Vの電位になっている。

図14に位相補正素子により発生した位相変化を示す。図14も図11と同様に位相変化をnm単位で表してあり、円の中心部と外周部は位相変化が0nmで、位相変化が-100nmの領域が中間部にある。また、複数個ある実線の円は等高線であって、-100nmの領域の内側では1本の等高線が20nmを表し、外側では約60nmを表す。

透明電極80は各メタル電極の電圧にしたがって電圧分布を生じる。前述の説明と同様に、電圧分布により液晶の実質的な屈折率分布が生じる結果、位相補正素子は図14に示す同心円状の位相変化を発生できる。

一方、光ディスク厚が0.03mmだけ薄い場合には、図3とは正負が逆転した球面収差を補正するために、メタル電極81、83に2.0V、メタル電極82に2.3Vを供給すればよい。これにより、位相補正素子によって発生する位相変化も図14の正負を逆転した形になるため、球面収差を相殺できる。以上のようにメタル電極81、82、83に適切な電圧を供給することにより図3の球

面収差を補正できる。また、メタル電極 8 1、8 3 に常に等しい電圧を供給しても、光学特性上大きく影響しないために、両者を導通させて 1 つの電源に接続させてもよい。

上述のように、本例における光ヘッド装置を用いることで、光ディスクの厚みムラにより発生する球面収差を良好に補正できた。また、電極を分割した従来の位相補正素子と比べ、分割領域での光散乱が抑えられた結果、透過率が 3 % 向上した。さらに、従来と比べ少ない外部信号源により動作させることができたため、低いコストで光ヘッド装置を作製できた。

〔例 3〕

本例の光ヘッド装置は、光ディスクの厚みムラにより生ずる球面収差と光ディスクのチルトにより発生するコマ収差との両収差を補正する位相補正素子を備えている。この位相補正素子を図 1 の光ヘッド装置の位相補正素子 4 として組み込んだ。ただし、位相補正素子制御回路 1 0 は本例の位相補正素子用に改良されている。本例の位相補正素子の素子構造は図 2 に示したものと同じで、以下に述べる電極パターンおよび材料が異なる。

図 2 の電極 2 4 a として、図 1 3 に示した例 2 と同様な電極パターンが形成されており球面収差を補正できる。本例の場合、図 1 3 の連続した 1 枚の透明電極 8 0 の材料として G Z O 膜を用い、メタル電極 8 1 ~ 8 3 にはクロムを用いた。メタル電極 8 1、8 2 は円環体であり相互に同心円状に配設されている。G Z O 膜のシート抵抗値は $100\text{ k}\Omega/\square$ であり、クロムのシート抵抗値は $1\Omega/\square$ である。

一方電極 2 4 b として、図 1 5 に示すように分割電極 9 1 ~ 9 5 が形成されていてコマ収差を補正できる。図 1 5 の分割電極は、ガラス基板にスパッタリング法により I T O 膜を成膜し、フォトリソグラフィおよびエッチングの技術を用いてパターンを形成した。図 1 5 の太線は分割電極間ギャップを示しており、この部分はエッチングの技術により I T O 膜が取り除かれているため電圧印加されない。分割電極間ギャップの幅は $5\mu\text{m}$ であった。

以下に本例の位相補正素子により球面収差とコマ収差を補正する原理を説明する。本例では、分割電極 9 1 ~ 9 5 およびメタル電極 8 1 ~ 8 3 に入力する信号として、周波数 1 kHz 、デューティ比が $1/2$ の矩形交流波信号を印加した。

交流信号の位相は分割電極 9 1 ~ 9 5 内、およびメタル電極 8 1 ~ 8 3 内では揃っているが、分割電極 9 1 ~ 9 5 とメタル電極 8 1 ~ 8 3 との間では位相が 180° ずれている。

ここで、位相補正素子制御回路のコモン電圧（例えば 0 V）に対するメタル電極 8 1 ~ 8 3 の電圧を $V_n (M)$ ($n = 1 \sim 3$)、分割電極 9 1 ~ 9 5 の電圧を $V_m (D)$ ($m = 1 \sim 5$) とすれば、位相は両電圧間で 180° ずれているから、ある瞬間では $V_n (M) > 0$ 、 $V_m (D) < 0$ であり、またある瞬間では $V_n (M) < 0$ 、 $V_m (D) > 0$ になる。したがって、液晶分子 2 8 を駆動する実効電圧 $V_{nm} (E)$ は、 $[V_n (M) - V_m (D)]_{rms}$ であり、 $V_n (M)$ と $V_m (D)$ の差の rms 値（振幅の自乗の時間的平均の平方根）になる。ただし、 $n = 1 \sim 3$ 、 $m = 1 \sim 5$ である。

本例の場合、周波数、デューティ比が $1/2$ で位相が 180° ずれた矩形交流波であるので、実効電圧 $V_{nm} (E)$ は単に差の絶対値 $|V_n (M) - V_m (D)|$ に一致する。印加する電圧 $V_n (M)$ 、 $V_m (D)$ は補正する収差分布により異なる。

まず球面収差だけを補正する場合、コマ収差補正用の分割電極 9 1 ~ 9 5 は固定電圧を印加して、本例では $V_m (D) = 1 \text{ V}$ ($m = 1 \sim 5$) とした。球面収差補正用のメタル電極 8 1、8 3 は同じく固定電圧を印加し、メタル電極 8 2 には光ディスクの厚みムラに対応する電圧を印加して、本例では $V_n (M) = 1 \text{ V}$ ($n = 1, 3$)、 $V_2 (M) = 0.5 \sim 1.5 \text{ V}$ を印加した。

よって実効電圧 $V_{nm} (E)$ は、メタル電極 8 1、8 3 では常に $2 V_{rms}$ になり、メタル電極 8 2 では光ディスクの厚みムラの大きさに応じて $1.5 \sim 2.5 \text{ V}$ の範囲で変化した。その結果、例 2 と同様にメタル電極間に発生する連続的な電位分布により、実効電圧も連続的に変化するため、図 1 4 に示すような位相変化を得ることができた。

次にコマ収差だけを補正する場合、前述の場合とは逆に球面収差補正用のメタル電極 $V_n (M)$ ($n = 1 \sim 3$) には固定電圧 1 V を印加し、コマ収差補正用の分割電極 9 3 には固定電圧 1 V を印加した。分割電極 9 1 と 9 4、9 2 と 9 5 はおのおの等しい電圧を光ディスクのチルト量に応じて $0.5 \sim 1.5 \text{ V}$ の電圧を、 $(V_1 (D) + V_2 (D)) / 2 = V_3 (D)$ の関係を満足するよう印加した。

ここで、添字1を4に、2を5に置き換えてもこの関係式は成立する。

よって実効電圧 $V_{nm}(E)$ は、分割電極93では常に $2V_{rms}$ になり、分割電極91、92、94、95では光ディスクのチルト量に応じて1.5～2.5Vまで変化する。その結果、図15に示した電極パターンに等しい電位分布が発生し、同様な位相変化を得ることができた。

次に球面収差とコマ収差を同時に補正する場合について述べる。この場合、分割電極93とメタル電極81、83には固定電圧1Vを印加し、分割電極91、92、94、95は光ディスクのチルト量に応じて0.5～1.5Vを、メタル電極82には光ディスクの厚みムラの大きさに応じて0.5～1.5Vを印加する。これにより、前述の場合と同様にコマ収差および球面収差の収差量に応じた電位分布が発生する。

液晶は電圧応答により実効的な屈折率が変化するため、電位分布に応じた屈折率分布が形成されて、位相補正素子を通過する光の位相が変化する。

したがって、厚みムラのある光ディスクがチルトしても、球面収差とコマ収差の両方を同時に補正することにより、良好な再生信号を得ることができた。

以上は、コマ収差補正用の電極を分割電極としたが、これとは異なり例1のようにコマ収差用で連続した1枚の電極を給電部であるメタル電極にして、さらに球面収差用の電極を同心円状に分割した分割電極としてもよい。

また、光ディスクのラジアル（半径）方向のコマ収差補正とタンジェンシャル（接線）方向のコマ収差補正の電極パターンを対にして組み合わせてもよく、球面収差と非点収差、コマ収差と非点収差を各々補正する電極パターンを対にしてもよい。いずれの場合にも2種類の収差や波面変化を同時に補正できる。

上述のように、本例における光ヘッド装置を用いることで、光ディスクの傾きにより発生するコマ収差と光ディスクの厚みムラにより発生する球面収差の両方を同時に補正できた。また、電極を分割した従来の位相補正素子と比べ、分割領域での光散乱が抑えられた結果、透過率が5%向上した。さらに、従来と比べ少ない外部信号源により動作させることができたため、低いコストで光ヘッド装置を作製できた。

[例4]

本例の光ヘッド装置は、光ディスクの厚みムラにより生ずる球面収差を補正す

る位相補正素子を備えている。この位相補正素子を図1の光ヘッド装置の位相補正素子4として組み込んだ。ただし、位相補正素子制御回路10は本例の位相補正素子用に改良されている。

本例の位相補正素子の素子構造は図2に示したものと同じで、以下に述べる電極パターンのみが異なる。したがって位相補正素子の製造方法や構成材料などは例1と同じものを使用した。

図2の電極24aは図16に示すように分割電極101、102、103と分割電極103に形成した給電部104、105により構成されている。分割電極101～103の材質はGZS膜であり、給電部104、105の材質はITO膜である。GZS、ITOのシート抵抗はそれぞれ1000k Ω /□、10k Ω /□とした。

電極24aはまず、ガラス基板上にITO膜をスパッタリング法により成膜しフォトリソグラフィーおよびエッチングの技術を用いて給電部104、105を形成した。次にITO膜をスパッタリング法により成膜し、上記と同様にフォトリソグラフィーおよびエッチングの技術を用いて分割電極101～103を形成した。分割間隔は例3と同様5 μ mとした。

図16の信号1～4はそれぞれ、分割電極101、102、給電部104、105に印加される信号であり、位相補正素子制御回路10により発生した。図16では信号1の配線は分割電極102を通過しているよう図示されているが、本例ではエッチングにより両者は絶縁されるよう分割電極102がパターンニングされている。

一方、図2の電極24bはITO膜により形成した、連続した1枚の電極とした。

次に本例の位相補正素子により球面収差を補正する原理を説明する。本例の場合、印加する信号は周波数1kHz、デューティ比が1/2の矩形交流波信号であり、信号の位相は分割電極101、102、給電部104、105のすべてに對し揃っている。対向する電極24bは位相補正素子制御回路のコモン電圧（例えば0V）に固定されている。

球面収差が発生していない場合、信号1～4の電圧はすべて2Vにした。すると、電極24aは2Vの等電位になり位相変化は発生しない。

次に光ディスクの厚みムラにより球面収差が発生した場合は、信号1、信号4の電圧 V_1 、 V_4 を2Vに固定して、信号2、信号3の電圧 V_2 、 V_3 を厚みムラの大きさに応じて1～3Vの範囲の値に設定した。 $V_1 \sim V_4$ の関係は、 $(V_2 - V_1) = \alpha \cdot (V_3 - V_1)$ および $V_1 = V_4$ とした。ここで α は $0 < \alpha < 1$ の比例定数で分割電極101、給電部104の直径により決められる。本例では $\alpha = 0.5$ とした場合、最も光ディスクの再生信号が良好であった。また、球面収差を補正する場合には $V_1 = V_4$ である必要はなく、給電部104、105の形状によっては V_1 と V_4 とで異なる電圧を印加した方が波面収差をよく補正できることもあり、このときは良好な再生信号を得ることができる。

以上のようにして発生する位相補正素子全体の電位分布は、分割電極101、102の内部では電位が一定で階段状の分布となり、また分割電極103の内部では連続的に変化する分布となる。このように位相変化が生じた結果、厚みムラのある光ディスクにおいても球面収差を補正でき良好な再生信号を得ることができた。

上述のように、本例における光ヘッド装置を用いることで、従来と比べ少ない外部信号源により動作させることができ、低いコストで光ヘッド装置を作製できた。

また、分割電極の一部を複数の給電部を有する構成にした結果、従来の位相補正素子と比べ分割電極数が減ったため、分割領域での光散乱が低減し、透過率が3%向上した。

[例5]

本例の光ヘッド装置は、光ディスクの厚さムラにより生ずる球面収差を補正する位相補正素子を備えている。対物レンズは光ディスクの厚さが設計値からずれると球面収差が発生し信号の読み取り精度が低下する。この球面収差を補正する位相補正素子を図1の光ヘッド装置の位相補正素子4として組み込んだ。ただし、位相補正素子制御回路10は本例の位相補正素子用に改良されている。

本例の位相補正素子の素子構造は図2に示したものと同一である。以下に本例の位相補正素子により球面収差を補正する原理を説明する。本例の光ヘッド装置における対物レンズのNAは0.95、光源の波長は $0.4 \mu\text{m}$ であった。光ディスクの厚さが、設計値の0.6mmよりも0.03mmだけ厚い場合に発生す

る波面収差（球面収差）は上記のように図3に示される。本例における位相補正素子の電極パターンは図7に示すものであり、等価回路は図8に示したものである。

図7中の斜線部はGZO膜で形成された透明電極40であり、太線部分（環状体）はクロム薄膜をエッチング技術により形成した給電部41、42、43、44である。給電部は、同一の基板面上に形成された同じクロム薄膜による配線によって、外部の信号源である信号1、2に接続されている。給電部42は同一の基板面上に形成された薄膜抵抗45により信号1に接続されている。

給電部41～44の幅は $100\mu\text{m}$ 、給電部42、43、44の直径はそれぞれ0.5、1.5、2.2mmであり、給電部41は直径 $50\mu\text{m}$ の円形であった。以上の電極および給電部のパターンは以下のように形成した。まず、ガラス基板上にスパッタ法にてクロム膜を堆積させた後、エッチング技術により不用部分を取り除き給電部および配線を形成した。つぎに、ITO膜をスパッタ法により堆積した後、エッチング技術により薄膜抵抗45を形成した。その後、スパッタ法によりGZO膜を堆積しエッチング技術により透明電極40を形成した。

各部のシート抵抗値として、給電部が $1\Omega/\square$ 、電極が $100\text{k}\Omega/\square$ 、薄膜抵抗が $300\Omega/\square$ であった。図8の抵抗 R_1 、 R_2 、 R_3 に相当する給電部間の電極抵抗値はそれぞれ50、28、20 $\text{k}\Omega$ であった。薄膜抵抗の抵抗値および形状は次のようにして決めた。給電部41、44の電位が信号1により $V_1=2\text{V}$ 、給電部43の電位が信号2により $V_2=3\text{V}$ とした場合、図8の点47に相当する給電部42の電位を約2.15Vにするために、式(1)より $R_s=5.48\text{k}\Omega$ とすればよい。したがって、シート抵抗 ρ_L は $300\Omega/\square$ であるので薄膜抵抗の線幅 W を $30\mu\text{m}$ とすると、長さ L は $R_s=\rho_L\times L/W$ より約0.55mmになる。本例では幅 $30\mu\text{m}$ 、長さ0.55mmの線を3回折り曲げた形状の抵抗値5.48 $\text{k}\Omega$ の薄膜抵抗（線状抵抗）を形成した。

0.03mmの光ディスクの厚さムラにより発生する球面収差を位相補正素子により補正するために、給電部41、44に2.3V、給電部43に2.0Vの電圧を供給した。その結果、薄膜抵抗により給電部42には約2.05Vの電圧が供給された。ここで、図7に示した給電部を有する電極に対向する電極は、給電部を1つ有する一枚の透明電極で構成されており、常に0Vの電位になる。

図14に位相補正素子により発生した位相変化をnm単位で示した。例2と同じであった。円の中心部と外周部の位相変化を0nmとした場合、中間部領域の位相変化は-100nm程度になる。ここで、複数個ある実線の円は等高線であって、-100nmの中間部領域の内側では1本の等高線が20nmを表し、外側では約30nmを表す。

透明電極40（図7）には、給電部の電圧に応じて電圧分布が発生する。上述したように、図7の透明電極40内の電圧分布により液晶の実質的な屈折率分布が生じる結果、位相補正素子は図14に示す同心円状の位相変化を発生できる。

一方、光ディスク厚さが0.03mmだけ薄い場合には、図14とは正負が逆転した球面収差を補正するために、給電部41、44に2.0V、給電部43に2.3Vを供給すれば位相補正素子によって発生する位相変化が図14の正負を逆転した形になるため球面収差を相殺できる。以上のように所望の電圧が得られるよう薄膜抵抗45を設け、給電部41、43、44に適切な電圧を供給することにより図14の球面収差を補正できる。

〔例6〕

本例の光ヘッド装置は、光ディスクの厚さムラにより生ずる球面収差と光ディスクのチルトにより発生するコマ収差の両者を補正する位相補正素子を備えている。この位相補正素子を図1の光ヘッド装置の位相補正素子4として組み込んだ。ただし、位相補正素子制御回路10は本例の位相補正素子用に改良されている。本例の位相補正素子の素子構造は図2に示したものと同じで、以下に述べる電極パターンおよび材料が異なる。

図2の電極24aは図17に示すように分割電極51、52、55と分割電極55に形成した給電部53、54、および薄膜抵抗56、57により構成されている。図17では薄膜抵抗56、57は模式的に表わされており、実際の形状は所望の抵抗値が得られるよう線状などにする。

分割電極51、52、55の材質はGZS膜であり、給電部53、54、および薄膜抵抗56、57の材質はITO膜であった。GZS膜、ITO膜のシート抵抗はそれぞれ1000、10kΩ/□であった。電極24aはまず、ガラス基板上にITO膜をスパッタ法により成膜しフォトリソグラフィ技術およびエッチング技術を用い給電部53、54、および薄膜抵抗56、57を形成した。給電

部53、54の幅は $50\mu\text{m}$ とした。つぎにGZS膜をスパッタ法により成膜し、フォトリソグラフィ技術およびエッチング技術を用いて分割電極51、52、55を形成した。分割電極の分割間隔は $5\mu\text{m}$ とした。図17の信号1および2は、それぞれ分割電極51と給電部54、および給電部53に印加される信号であり、位相補正素子制御回路10により発生する。

一方、電極24bには例3と同様図15に示すように分割電極91～95が形成されておりコマ収差を補正できる。図15の分割電極は、ガラス基板にスパッタ法によりITO膜を成膜し、フォトリソグラフィ技術およびエッチング技術によりパターンを形成した。図15の太線は分割電極間ギャップを示しており、この部分はエッチングによりITO膜が取り除かれているため電圧印加されない。分割電極間ギャップの幅は $5\mu\text{m}$ であった。

以下に本例の位相補正素子により球面収差とコマ収差を補正する原理を説明する。位相補正素子制御回路の出力波形は、周波数 1kHz 、デューティ比 $1/2$ の矩形交流波信号であり、交流信号の位相は電極24a内および電極24b内は同位相であり、電極24aと電極24b間は逆位相（位相差 180° ）になる。ここで、位相補正素子制御回路のコモン電圧（例えば 0V ）に対する電圧として、電極24aの分割電極、給電部の電圧を $V_n(S)$ （ $n=1\sim4$ ）、電極24bの分割電極の電圧を $V_m(D)$ （ $m=1\sim5$ ）とすれば、位相は両方で 180° ずれているから、ある瞬間では $V_n(S) > 0$ 、 $V_m(D) < 0$ であり、またある瞬間では $V_n(S) < 0$ 、 $V_m(D) > 0$ になる。したがって、液晶分子28を駆動する実効電圧 $V_{nm}(E)$ は、 $[V_n(S) - V_m(D)]_{\text{rms}}$ であり、 $V_n(S)$ と $V_m(D)$ の差のrms値（振幅の自乗の時間的平均の平方根）になる。

本例の場合、デューティ比が $1/2$ で位相が 180° ずれた矩形交流波であるので、実効電圧 $V_{nm}(E)$ は単に差の絶対値 $|V_n(S) - V_m(D)|$ に一致する。印加する電圧 $V_n(S)$ 、 $V_m(D)$ は補正する収差分布により異なる。

まず球面収差だけを補正する場合、コマ収差補正用である分割電極91～95には固定電圧を印加する。本例では $V_m(D) = 1\text{V}$ （ $m=1\sim5$ ）とした。球面収差補正用である電極24aについては、信号1を固定電圧として分割電極51、給電部54に対して $V_n(S) = 1\text{V}$ （ $n=1, 4$ ）とし、信号2には光デ

ィスクの厚さムラに対応する電圧として分割電極52、給電部53に $V_n(S)$
 $= 0.5 \sim 1.5 \text{ V}$ ($n = 2, 3$) を印加した。よって実効電圧 $V_{nm}(E)$ は
、分割電極51、給電部54では常に $2V_{rms}$ になり、分割電極52、給電部5
3では光ディスクの厚さムラに応じて $1.5 \sim 2.5 V_{rms}$ まで変化する。その
結果、例5と同様にメタル電極間に発生する連続的な電位分布により、実効電圧
も連続的に変化するため、電極パターンに応じた位相変化を得ることができる。

つぎにコマ収差だけを補正する場合、前述とは逆に球面収差補正用の電極24
aに対しては、信号1、2とも固定電圧とし、分割電極、給電部とも $V_n(S)$
($n = 1 \sim 4$) $= 1 \text{ V}$ を印加した。一方、コマ収差補正用の電極24bに対して
は分割電極93には固定電圧1Vを印加した。分割電極91と94、92と95
に対しては、それぞれ等しい電圧を光ディスクのチルト量に応じて、 $0.5 \sim 1$
 $.5 \text{ V}$ の電圧を、 $(V_1(D) + V_2(D)) / 2 = V_3(D)$ の関係を満足する
よう印加した。

よって実効電圧 $V_{nm}(E)$ は、分割電極93では常に $2V_{rms}$ になり、分割電
極91、92、94、95では光ディスクのチルト量に応じて $1.5 \sim 2.5 V$
 $_{rms}$ の範囲で変化する。その結果、図15に示した電極パターンの形状に等しい
電位分布が発生し、位相変化を得ることができた。

つぎに球面収差とコマ収差を同時に補正する場合について述べる。この場合、
分割電極93と分割電極51、給電部54には固定電圧1Vを印加し、分割電極
91、92、94、95には光ディスクのチルト量に応じて $0.5 \sim 1.5 \text{ V}$ を
、図17の信号1および2の電圧には光ディスクの厚さムラ量に応じて $0.5 \sim$
 1.5 V を印加する。これにより、上述の場合と同様にコマ収差、球面収差に対
応した電位分布が発生する。したがって、位相変化が生じた結果、厚さムラのあ
る光ディスクがチルトした場合においても球面収差とコマ収差を補正できるので
、良好な再生信号を得ることができた。

以上は、コマ収差補正用の電極を分割電極としたが、例5のようにコマ収差用
の電極を給電部であるメタル電極にして、球面収差用の電極を同心円に分割した
分割電極としてもよい。また、ラジアルコマ収差補正とタンジェンシャルコマ補
正の電極パターンを対にしてそれぞれの基板上に形成してもよく、球面収差と非
点収差、コマ収差と非点収差を各々補正する電極パターンを対にしてもよい。い

ずれの場合にも2種類の収差や波面変化を同時に補正できる。

産業上の利用可能性

以上のように、本発明の光ヘッド装置においては、位相補正素子を構成する一対の基板のそれぞれに形成された電極の少なくとも1つの電極に2つ以上の給電部を設けることにより、この位相補正素子により光源からの出射光に連続的な位相（波面）変化を生じさせることができるので、光ディスクのチルトや光ディスク厚みムラなどにより発生する波面収差を効率よく補正でき、ノイズの少ない良好な信号光が得られる。

また、複数の給電部を薄膜抵抗を介して導電接続することにより、従来よりも少ない信号源で同等の収差補正性能を発揮できる。

また、光記録媒体の半径方向への対物レンズのシフトが生じた場合でも位相補正素子を対物レンズと一体駆動させずに波面収差（主にコマ収差）を補正できる。さらに、光ディスクの厚みムラにより生ずる球面収差も補正できる。

本発明の効果は、基板に形成された電極が連続した1枚の電極であっても、複数個に分割されていても、本発明の要件を満たしているかぎり効果に大きな差を生じない。

請 求 の 範 囲

1. 光源と、

光源からの出射光を光記録媒体上に集光させるための対物レンズと、

光源と対物レンズとの間に設けられた出射光の波面を変化させる位相補正素子であって、少なくとも一方が透明な一对の基板に挟持された異方性光学媒質を備えており、一对の基板の表面には異方性光学媒質への電圧印加用の電極がそれぞれ形成されており、少なくとも一方の電極には複数の給電部がそれぞれ異なる位置に形成されており、複数の給電部にはそれぞれ異なる電圧が供給できるようにされている位相補正素子と、

波面を変化させるための電圧を位相補正素子へ出力する制御電圧発生手段と、を備えていることを特徴とする光ヘッド装置。

2. 光源と、

光源からの出射光を光記録媒体上に集光させるための対物レンズと、

光源と対物レンズとの間に設けられた出射光の波面を変化させる位相補正素子であって、一对の基板に挟持された異方性光学媒質を備えており、一对の基板の対向するそれぞれの表面には異方性光学媒質への電圧印加用の電極が形成されており、少なくとも一方の電極には複数の給電部がそれぞれ異なる位置に形成されており、導電性薄膜からなる薄膜抵抗を介して複数の給電部の2つ以上が導電接続されている位相補正素子と、

波面を変化させるための電圧を位相補正素子へ出力する制御電圧発生手段と、を備えていることを特徴とする光ヘッド装置。

3. 前記給電部が形成されている電極が分割されて複数の分割電極とされ、それぞれの分割電極には1つ以上の給電部が配置されており、前記給電部のうち2つ以上が前記薄膜抵抗を介して導電接続されている請求項2に記載の光ヘッド装置。

4. 前記複数の給電部は、それぞれが円環体でありかつ相互に同心円状に配設されており、前記位相補正素子を通過する、前記光源からの出射光の光束半径に対するいずれか1つの円環体の半径の比が0.65～0.85であり、かつ光束半径に対する前記1つの円環体とは異なる他の1つの円環体の半径の比が0.2～0.4である請求項1、2または3に記載の光ヘッド装置。

5. 前記一対の基板のうち一方のみが透明な基板である請求項1～4のいずれかに記載の光ヘッド装置。
6. 前記異方性光学媒質が液晶である請求項1～5のいずれかに記載の光ヘッド装置。
7. 前記給電部を有する電極を形成する電極材料のシート抵抗が $100\Omega/\square$ 以上である請求項1～6のいずれかに記載の光ヘッド装置。
8. 前記薄膜抵抗の全ては、抵抗値が 100Ω から $1000k\Omega$ までの範囲にある請求項2～7のいずれかに記載の光ヘッド装置。
9. 前記電極を形成する電極材料のシート抵抗の全ては、前記給電部を形成する給電部材料のシート抵抗の 1000 倍以上である請求項1～8のいずれかに記載の光ヘッド装置。
10. 前記電極材料は、ガリウムが添加された酸化亜鉛膜、またはガリウムとシリコンとが添加された酸化亜鉛膜からなる請求項7または9に記載の光ヘッド装置。

図 1

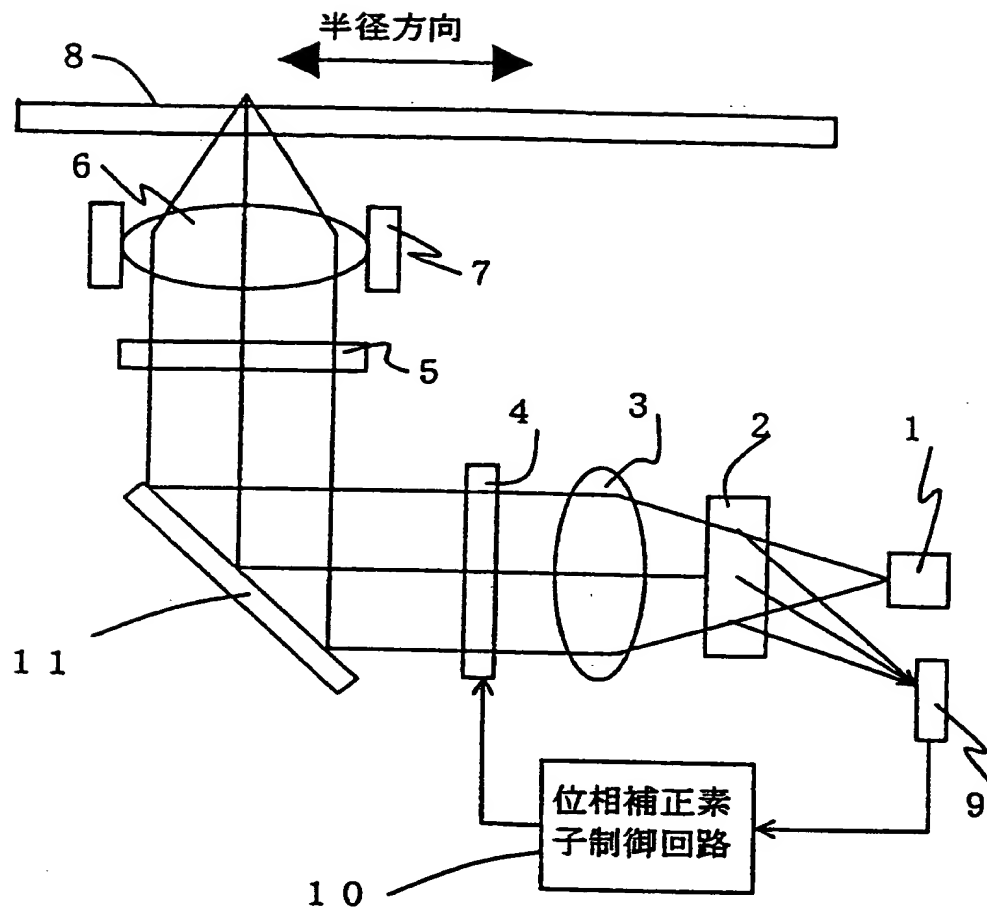
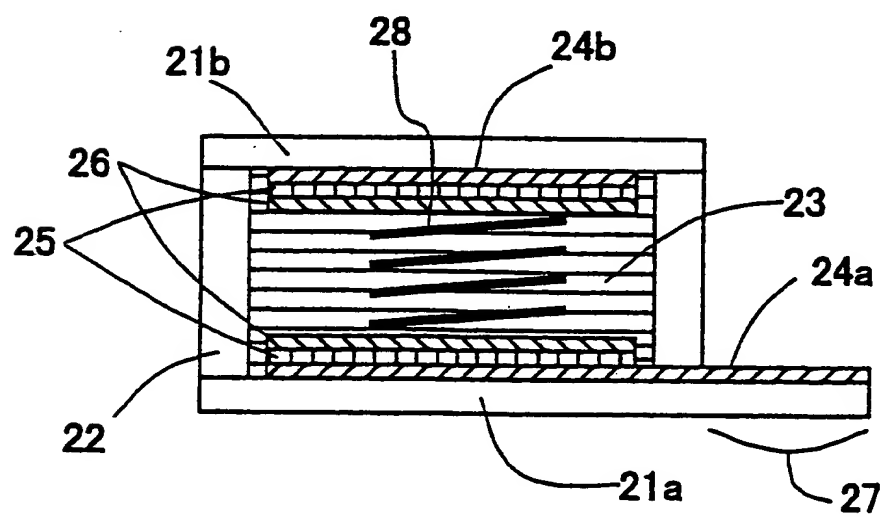


図 2



THIS PAGE BLANK (USPTO)

図 3

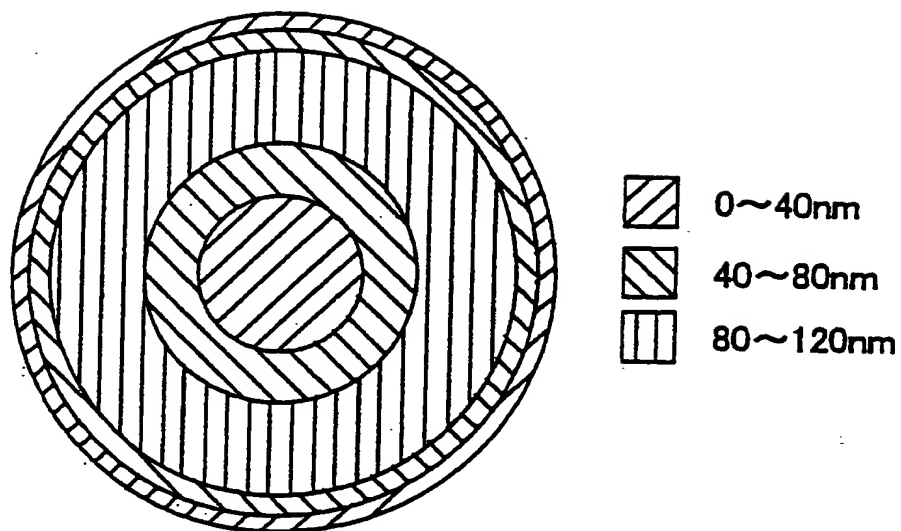
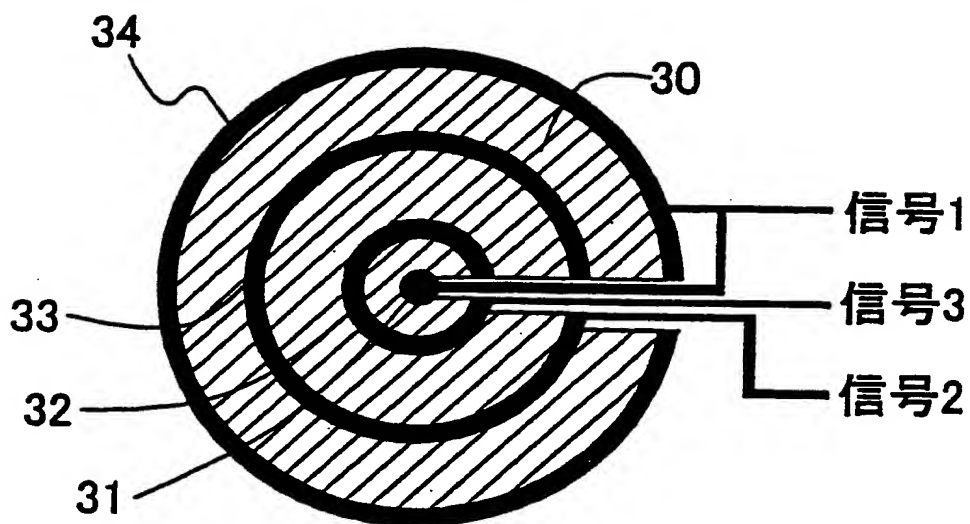


図 4



THIS PAGE BLANK (USPTO)

図 5

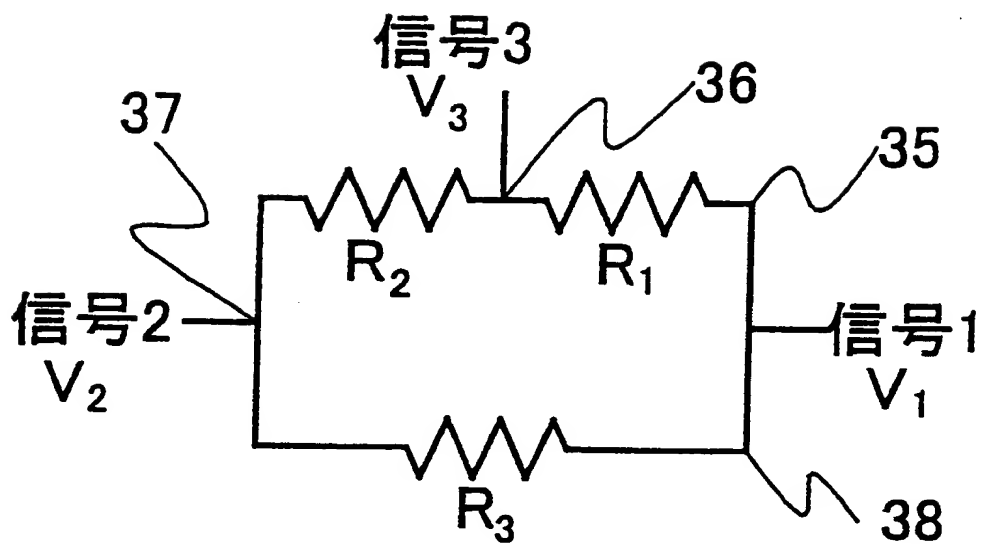
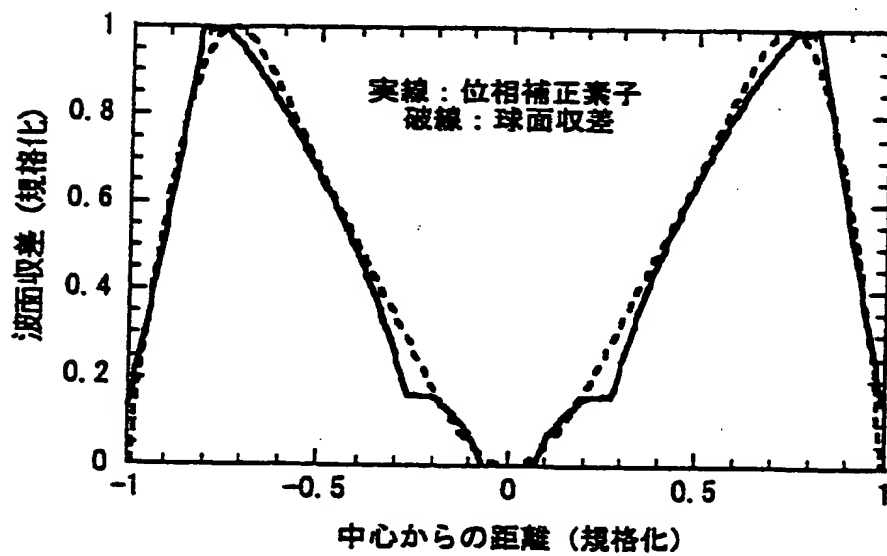


図 6



THIS PAGE BLANK (USPTO)

図 7

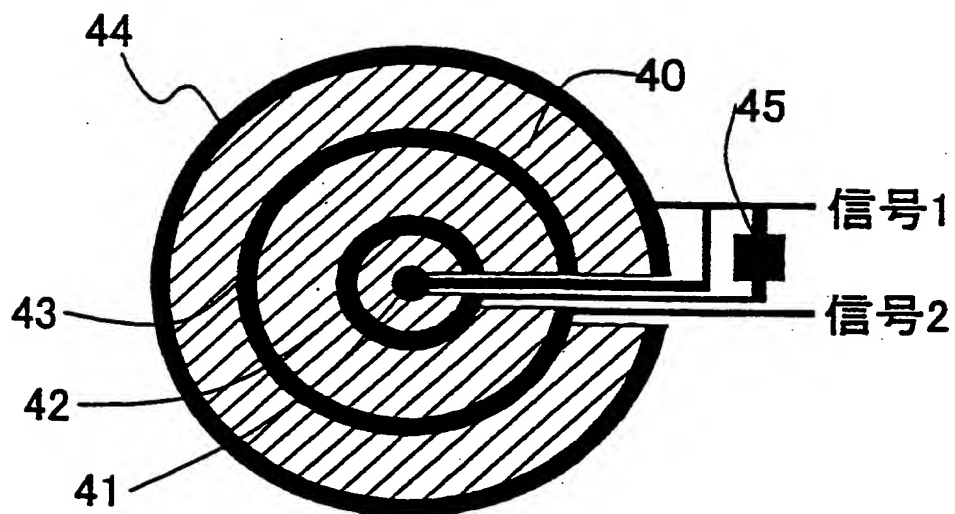
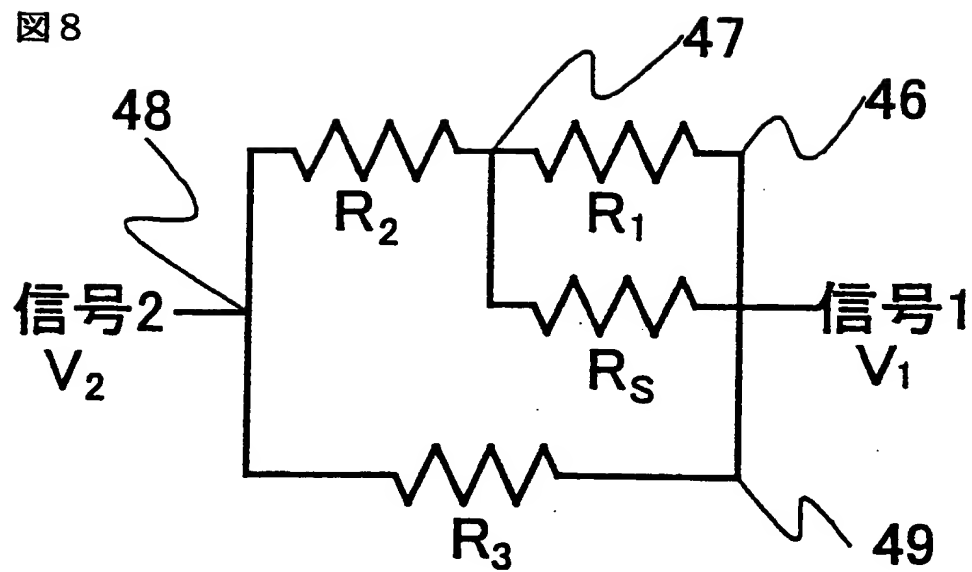


図 8



THIS PAGE BLANK (USPTO)

图 9

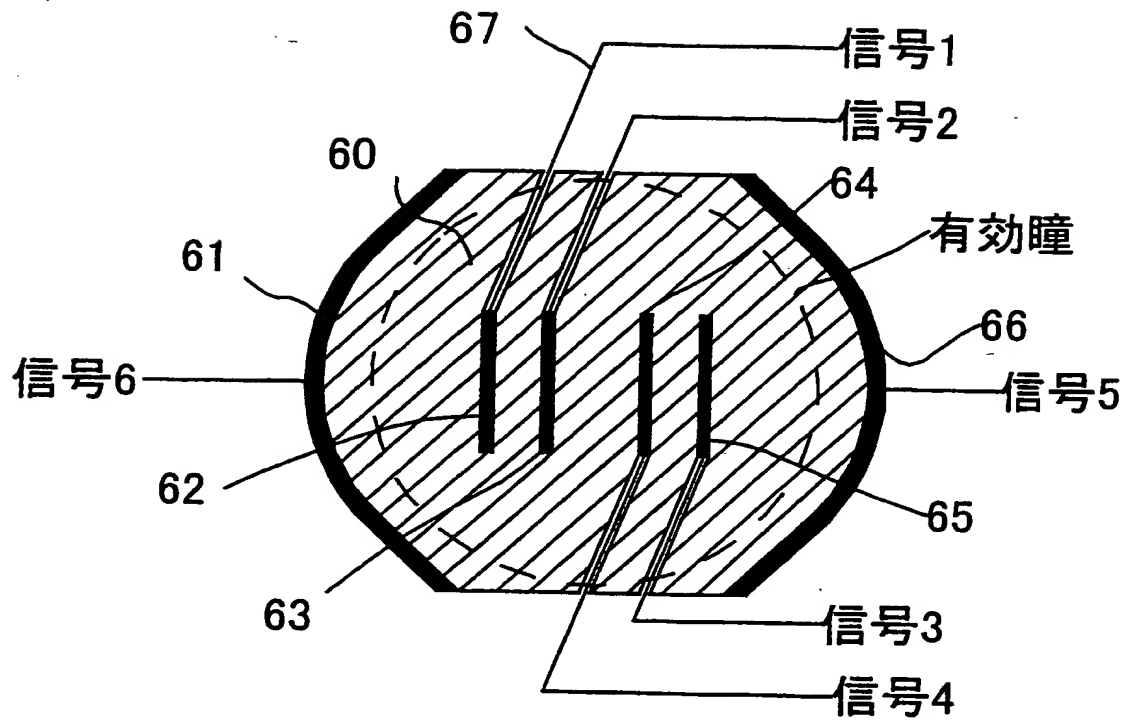
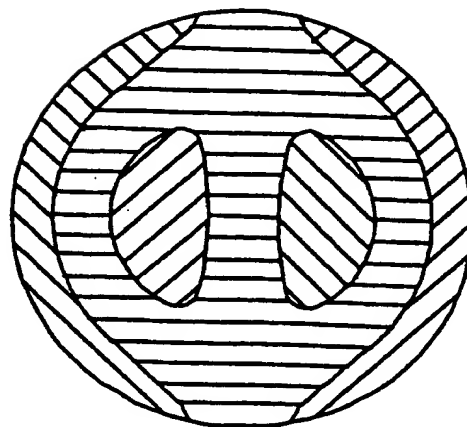





図 10



 100~200nm
 -100~100nm
 -200~-100nm

対物レンズNA:0.6
ディスク厚み:0.6mm
ディスクチルト角:1deg

THIS PAGE BLANK (USPTO)

図 1 1

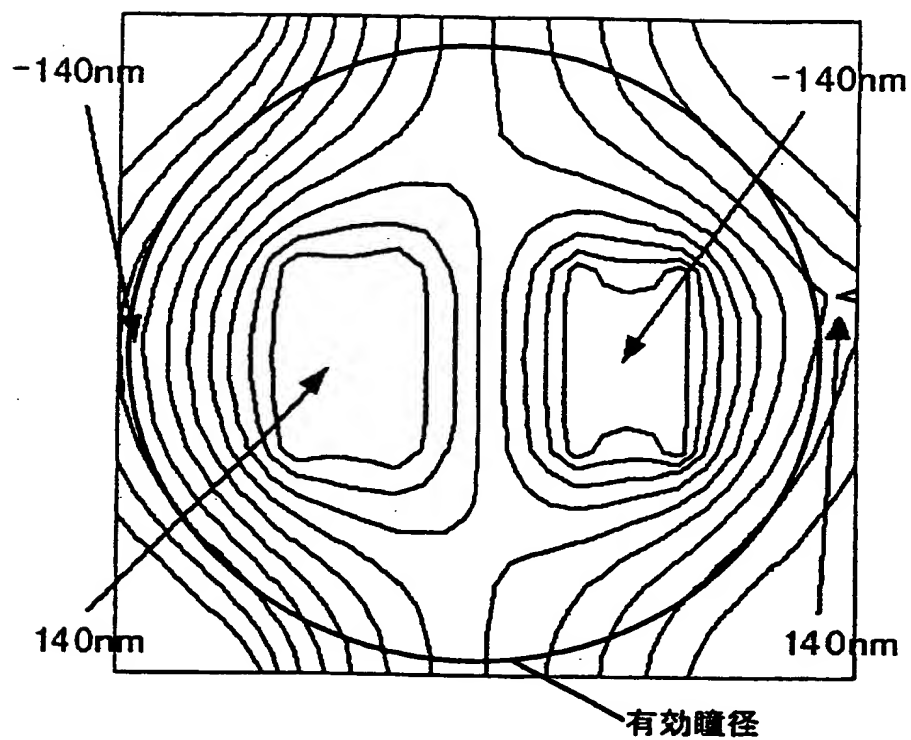
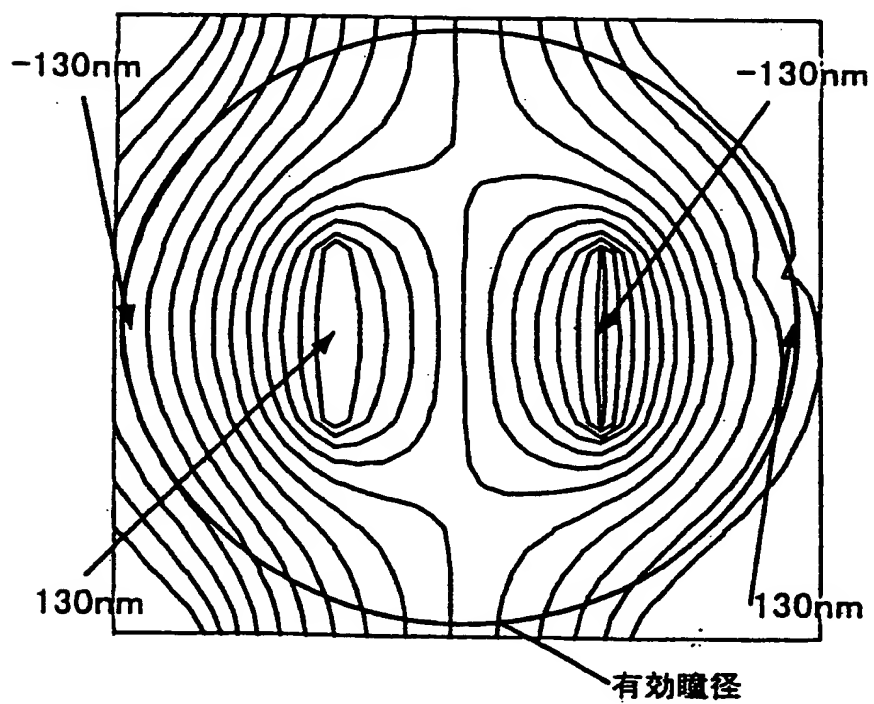


図 1 2



THIS PAGE BLANK (USPTO)

図 1 3

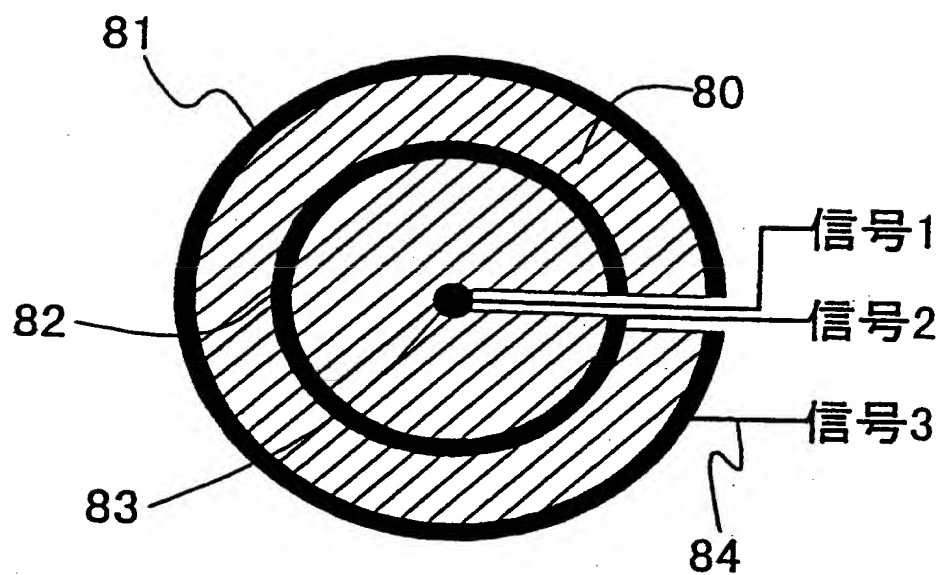
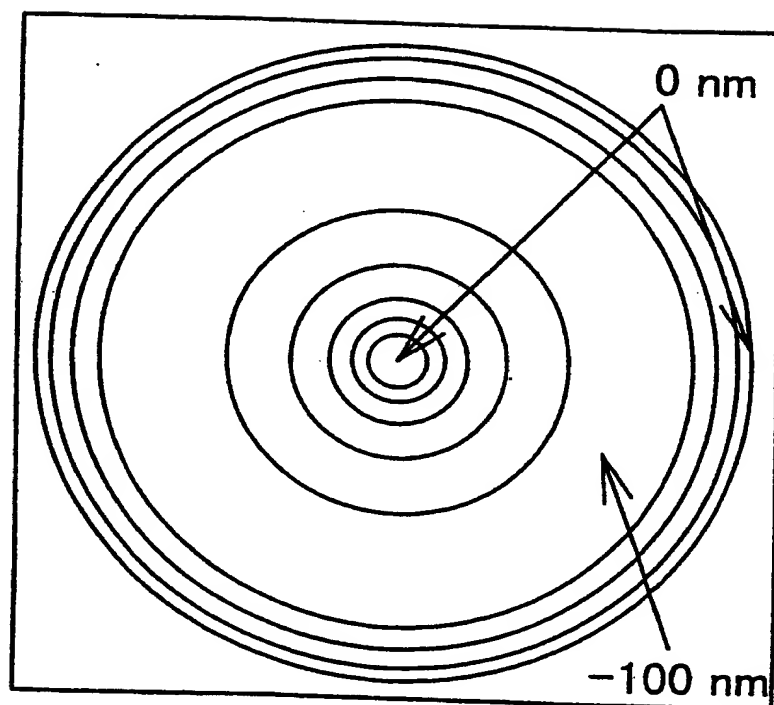


図 1 4



THIS PAGE BLANK (USPTO)

図 15

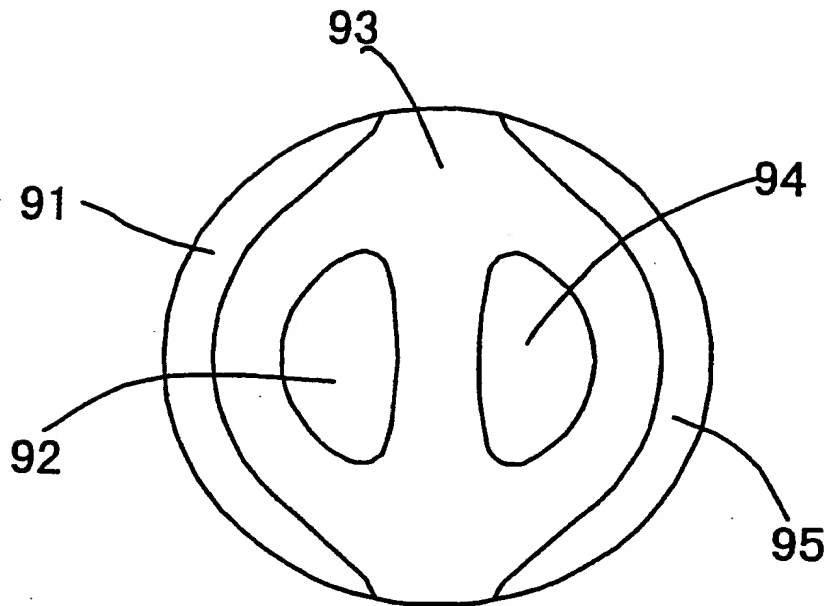
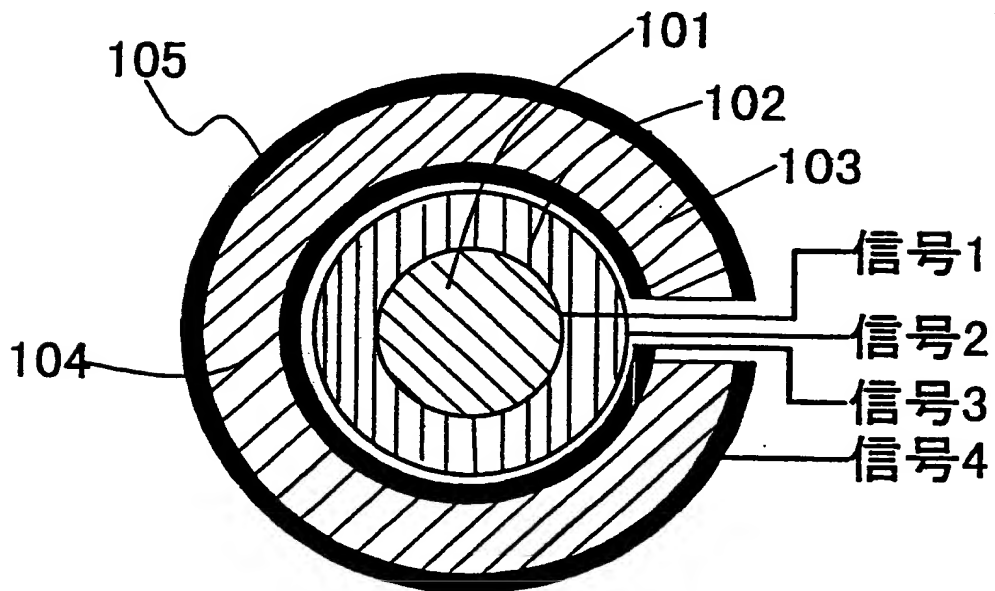
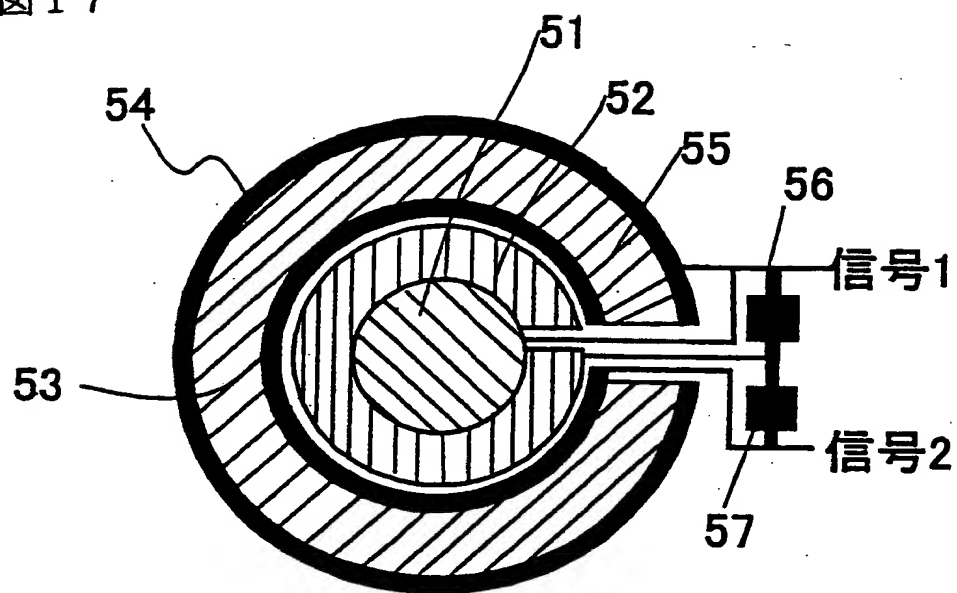


図 16



THIS PAGE BLANK (USPTO)

図 17



THIS PAGE BLANK (USPTO)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP00/05889

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl⁷ G11B 7/135, G11B 7/004
G02B13/00, G02F 1/13, 505

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl⁷ G11B 7/12 - 7/22, 7/004
G02B13/00, G02F 1/13, 1/1343

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2000 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2000
Jitsuyo Shinan Koho 1926-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2000

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	JP, 11-110802, A (Pioneer Electronic Corporation), 23 April, 1999 (23.04.99), Full text, all drawings (Family: none)	1,6 2-5,7-10
X Y	JP, 9-128785, A (Pioneer Electronic Corporation), 16 May, 1997 (16.05.97), Full text, all drawings & US, 5936923, A	1,6 2-5,7-10
Y	JP, 8-74033, A (Asahi Glass Co., Ltd.), 19 March, 1996 (19.03.96), Full text, all drawings (Family: none)	2-5,7-10
Y	JP, 10-221703, A (Citizen Watch Co., Ltd.), 21 August, 1998 (21.08.98), Full text, all drawings (Family: none)	2-5,7-10
A	JP, 10-188332, A (Asahi Glass Co., Ltd.), 21 July, 1998 (21.07.98) (Family: none)	1-10
A	JP, 10-334491, A (Pioneer Electronic Corporation), 18 December, 1998 (18.12.98) (Family: none)	1-10

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"E" earlier document but published on or after the international filing date	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"&" document member of the same patent family
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search
08 December, 2000 (08.12.00)

Date of mailing of the international search report
19 December, 2000 (19.12.00)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.



国際調査報告

国際出願番号 PCT/JP00/05889

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ G11B 7/135, G11B 7/004
G02B13/00, G02F 1/13, 505

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ G11B 7/12 - 7/22, 7/004
G02B13/00, G02F 1/13, 1/1343

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国公開実用新案公報 1971-2000年
日本国実用新案公報 1926-1996年
日本国実用新案登録公報 1996-2000年
日本国登録実用新案公報 1994-2000年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X Y	JP, 11-110802, A (パイオニア株式会社) 23. 4月. 1999 (23. 04. 99) 全文全図 (ファミリーなし)	1, 6 2-5, 7-10
X Y	JP, 9-128785, A (パイオニア株式会社) 16. 5月. 1997 (16. 05. 97) 全文全図 &US, 5936923, A	1, 6 2-5, 7-10

☒ C欄の続きにも文献が列举されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)

「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

08. 12. 00

国際調査報告の発送日

19.12.00

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員):

山田 洋一

5Q

7811

電話番号 03-3581-1101 内線 3590

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	J P, 8-74033, A (旭硝子株式会社) 19. 3月. 1996 (19. 03. 96) 全文全図 (ファミリーなし)	2-5, 7-10
Y	J P, 10-221703, A (シチズン時計株式会社) 21. 8月. 1998 (21. 08. 98) 全文全図 (ファミリーなし)	2-5, 7-10
A	J P, 10-188332, A (旭硝子株式会社) 21. 7月. 1998 (21. 07. 98) (ファミリーなし)	1 - 10
A	J P, 10-334491, A (パイオニア株式会社) 18. 12月. 1998 (18. 12. 98) (ファミリーなし)	1 - 10